

Modifiering och optimering av ett befintligt värmesystem

Att koppla upp en värmepump mot ett befintligt
värmesystem

David Sviberg

Examensarbete för Ingenjör (YH)-examen

El- och automationsteknik

Vasa 2024

EXAMENSARBETE

Författare: David Sviberg

Utbildning och ort: El- och automationsteknik Vasa

Inriktning: Automationsteknik

Handledare: Roger Mäntylä

Titel: Modifiering och optimering av ett befintligt värmesystem

Datum: 14 maj 2024 Sidantal: 37

Abstrakt

Många förnyar gamla värmesystem helt och hållet eller enbart delar av dem. Värmepumpar i olika variationer är det som i huvudsak ersätter gamla värmekällor, till exempel pannor av olika slag eller elektriska värmeelement. Värmekällor är antingen direkt verkande eller så har de någon form av värmebärare – vanligtvis vatten.

Värmesystem med pannor har dock en del fördelar över de mer praktiska och mer ekonomiskt gynnsamma värmepumparna, till exempel arbetar en panna under mycket högre temperaturer, medan värmepumpar är begränsade till 60–65°C.

Värmepumpar monteras och installeras ofta av företag utan att kunden lägger särskilt mycket tanke bakom hur optimerat deras nya system egentligen blir - och förvisso är det förståeligt då folk i allmänhet kanske har en ganska grund förståelse av värmesystem. Också installationstider och initiala kostnader hålls nere genom en så snabb och enkel installation som möjligt. Det finns dock en hel del olika sätt att optimera värmesystem.

Detta examensarbete kommer att behandla ett värmesystem med vattenburen värme från ackumulatortankar som värms med en vedeldad panna som kompletteras med en värmepump och optimeras med hjälp av en mikrokontroller.

På detta sätt hoppas jag åstadkomma att bevara det bästa av egenskaperna med en vedeldad panna och även, kanske inte helt eliminera, men i alla fall begränsa de negativa aspekterna av uppvärmning med en värmepump.

Språk: svenska

Nyckelord: värmesystem, värmepump, mikrokontroller

BACHELOR'S THESIS

Author: David Sviberg

Degree Programme: Electrical and automation engineering

Specialization: Automation

Supervisor(s): Roger Mäntylä

Title: Modification and optimization of a current heating system

Date:5/14/2024 Number of pages: 37

Abstract

A lot of people are renewing their whole heating systems or only parts of them. Heating pumps in different forms are the leading sources of replacements for old heating systems, like furnaces and electrical heaters. Heat sources are either directly active or incorporate a heat carrier such as water for example.

Old systems with furnaces have some advantages over newer systems involving the more practical and cost-efficient heating pumps, such as being able to work under higher temperatures and deliver a lot of energy during a short period of time in the form of heat. While heating pumps are limited to temperatures around 60-65°C.

Heating pumps are often installed by companies without the customer giving much thought about how well optimized their new heating system is, and with all due, this is completely in its order and normal, whereas most people do not have a deep understanding of heating systems and are unconcerned about their function. They prefer their heating pump installed as fast as possible at the best price possible.

There are, however, some ways to optimize heating systems.

This thesis will treat an old heating system with water-carried heat from accumulator tanks heated by a furnace that will be supplemented by a heating pump and, hopefully, optimized with the help of a microcontroller.

This way I hope to preserve some of the pros of the furnace while eliminating the cons and limit the negative aspects of heating with a heating-pump.

Language: English

Key words: Heating-system, heating-pump, microcontroller

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Uppvärmningens historia i korthet.....	2
3	Bakomliggande teori.....	3
3.1	Värmepump	3
3.1.1	Värmefaktor	3
3.2	Mikrokontroller.....	4
3.3	Allmänna gaslagen, även kallad ideala gaslagen	4
3.4	Värmekapacitet	4
3.5	Shuntventil	4
3.6	Stigarledning, eller stigare	5
3.7	Akkumulatortank, värmelager.....	5
3.8	Solfångare.....	5
3.9	Vattenburen värme	5
4	Det befintliga systemet, beskrivning och funktion.....	6
4.1	Befintligt tappvatten.....	7
5	Varför komplettera systemet med en värmepump?.....	9
6	Värmepumpar och COP-värden.....	10
6.1	Lite om COP-värden, även kallat värmefaktor	10
7	Designen av det nya systemet.....	12
7.1	Flöden och framledningstemperaturer.....	14
7.2	Framledningstemperatur	15
7.3	Hur länge innan systemet bottenar	17
8	Mikrokontroller som styrning av systemet.....	18
8.1	PWM-signal till ställdon	20
9	Regleringen helt praktiskt	24
10	Resultat och tester	25
10.1	Uppskattade besparingar	26
10.2	Konklusion.....	30
11	Diskussion och reflektioner.....	30
12	Referenser	32

1 Inledning

För närvarande värms ett hus på 120m² total bostadsyta upp med hjälp av en 25kW vedpanna. Värmen är vattenburen och distribueras till 10 radiatorer som är placerade runt om i huset. Vedpanna innebär eldning av ved och det arbete och den ekonomiska belastning som tillkommer med det. En värmepump, å andra sidan, kräver inget arbete - så till vida inga problem uppstår - och är jämförelsevis billig i drift om man tar den tid och det arbete eldning kräver i beaktande.

Detta arbete inriktar sig på att bevara fördelarna som en vedpanna har och kombinera dem med fördelarna en värmepump har, genom att utnyttja komponenter från det befintliga uppvärmningssystemet och med hjälp av att med en mikrokontroller styra en shuntventil i stället för att använda en värmepumps egen reglering.

Arbetet avgränsas till uppvärmning av tappvatten och fastighet samt idéer kring hur detta kan göras på ett så optimalt sätt som möjligt genom att kombinera en vedpanna med en värmepump. Ytterligare uppvärmningskällor tas även upp i viss mån.

VVS tas i viss grad även upp, då värmesystem med vattenburen värme uteslutande innefattar det.

I huvudsak tas dock regleringen av inomhustemperaturen upp och fördelarna med att ha ackumulatortankar som kan lagra energi i form av värme.

I första hand var syftet att undersöka om det finns fördelar med att implementera en egen styrning och använda sig av ackumulatortankar som värmelagring, i stället för en värmepumps integrerade styrning.

2 Uppvärmningens historia i korthet

Att uppgöra eld och på så vis erhålla värme har människan varit till kapabel till väldigt länge. Det är en av de grundläggande sakerna en människa behöver för att överleva i ett klimat som är ofördelaktigt vad gäller temperaturer som är lämpliga för överlevnad.

Att fördela värme med hjälp av en värmebärare, alltså att transportera och distribuera värme till utrymmen som inte är i direkt kontakt med värmekällan är egentligen även det en väldigt gammal företeelse. Värmeledningar som är 3000 år gamla har påträffats i Turkiet, som exempel. Romarna gjorde detta för att värma upp bassänger där de odlade skaldjur bland annat. Deras värmebärare var dock luft.

Det verkar dock inte haft någon större genomslagskraft före den industriella haft sin framfart och metall kunnat framställas i större omfattning och rördragningar i metall varit mer lättillgängligt.

Förr var det väldigt vanligt med kakelugnar och dylika anordningar, som ackumulerar värme i stenkonstruktioner. Detta gjordes oftast på så sätt att en murstock upprättades i mitten av huset, varav de kringliggande rummen var fysiskt anslutna till murstocken som på så vis värmdem dem. Dessa system krävde långa rökgaskanaler för att tillvarata värmen, och det blir komplicerat och arbetskrävande att hålla dessa system säkra genom att sota dem fria från antändligt sot.

Under 1950 talet fick central- och fjärrvärmen sitt genomslag, oftast med olja eller ved som energikälla. Centralvärme innebär att man har centraliserat sin värmekälla, och från den distribuerar värmen från den med hjälp av en värmebärare, oftast vatten. Man framleder varmt vatten till radiatorer som avger värme i de rum man önskar en högre temperatur i. Regleringarna av dessa gamla system var oftast ganska enkla och spartanska. Manuella strypventiler belägna på radiatorer till exempel.

I takt med att utvecklingen gått framåt har regleringar av uppvärmningssystem blivit mer avancerade och värmepumpar har i hög grad ersatt ved- och oljeeldade pannor. (Sjunnesson & Helldorff, 2012).

3 Bakomliggande teori

I detta kapitel följer en del rubriker och förklaringar över begrepp som förekommer inom arbetet.

3.1 Värmepump

Värmepump är en anordning som gör det möjligt att utvinna värme ur lågtempererade medium. De återvinner värme ur ventilationsluft, tar värme ur marken eller direkt ur luften för att nämna några exempel. De gör detta genom att flytta energi, i form av värme, från en kall plats till en varmare.

Det går emellertid inte att flytta värme från en kall plats till en varmare utan att tillföra energi och detta görs vanligtvis med elektricitet som driver värmepumpen.

Utförandet för en värmepump är nästan identiskt med ett kylskåp, med den skillnaden att det är värme som tillvaratages i stället för att erhålla avkylning. (Värmepump, 2024).

3.1.1 Värmefaktor

Värmefaktor är förhållandet mellan den energi som tillförs en värmepump för att driva processen och den energi som tas ut i form av termisk energi. Värdet på värmefaktorn överstiger alltid 1 och bestäms i hög grad av temperaturen på värmekällan - den plats som värmen hämtas från - och värmesänkan - den plats som värmen överförs till.; "Termodinamiken lär oss att gränsvärdet för värmefaktorn (för en eldriven värmepump) ges av temperaturförhållandet $T_1/(T_1-T_2)$, där T_1 och T_2 är temperaturerna hos varma respektive kalla sidan av värmepumpen uttryckt i K, dvs. $T_1 = t_1 + 273,15$ om t_1 uttrycks i °C." För en värmepump som hämtar värme ur marken är det vanligt med en värmefaktor på ca 4, alltså det utvinns fyra gånger mer energi i form av värme än den energi som krävs för att driva processen. Hur stort temperaturlyft processen kräver är avgörande för hur optimal värmefaktorn blir. Ju större temperaturlyft desto sämre verkningsgrad. Därav används värmepumpar oftast i samverkan med lågtempererade värmesystem, så som golvvärme. (Värmepump, 2024).

3.2 Mikrokontroller

Mikrokontroller, komplett dator konstruerad på ett enstaka chips och typiskt avsedd att köra ett visst program. Mikrokontrollern kan styra allt från hemelektronik till industriella processer. I jämförelse med en mikroprocessor är oftast en mikrokontroller en mer kostnadseffektiv lösning, då den har integrerade minneskretsar, men är således även mer begränsad.; "En mikrokontroller har minne för sitt program, till exempel några kilobyte EEPROM och/eller flashminne, och kompletterande RAM-minne för data, några hundratals byte till några kilobyte, men kapaciteten varierar stort." Frekvenserna mikrokontrollers arbetar med varierar även de stort.

Mikrokontrollers hanterar digitala signaler genom så kallade inputs och outputs, som är antingen sanna eller falska, men de kan även hantera analoga signaler med hjälp av omvandlare. Analog till digital, eller digital till analog. (Mikrokontroller, 2024).

3.3 Allmänna gaslagen, även kallad ideala gaslagen

Allmänna gaslagen, eller ideala gaslagen, är gasernas allmänna tillståndslag och uttrycker sambandet mellan volym, tryck, absolut temperatur och mängd hos en ideal gas. Lagen skrivs $pV = nRT$. Där p är tryck, V är volym, n är mängd gas, R är gaskonstanten och T är absoluta temperaturen. (Allmänna gaslagen, 2024).

3.4 Värmekapacitet

Värmekapacitet är den mängd energi som måste tillföras för att ett ämne skall höja sin temperatur med en grad. SI-enheten är joule per kelvin (J/K). Värmekapaciteten betecknas med C , och kan ha tillägg beroende på olika betingelser så som tryck, temperaturer och så vidare; "Då ett system värms vid konstant volym uträttar det inget arbete på omgivningen, men om uppvärmningen sker vid konstant tryck ökar systemets volym, och arbete uträttas mot det konstanta yttre trycket. Mer energi krävs därför vid uppvärmning vid konstant tryck än vid konstant volym" (Värmekapacitet, 2024).

3.5 Shuntventil

En shuntventil är, konventionellt, en trevägsventil som avgör hur mycket vatten som återcirkuleras i ett värmesystem och hur mycket som avleds. Detta då vattnet som avleds

innehåller energi ännu som kan återvinnas. På detta sätt avlastas värmekällan från att leverera allt för mycket energi. Det finns variationer på shuntventiler med fler anslutningar och olika konfigurationer på klaffen - den insättning i ventilen som regleras för att bestämma hur vatten cirkulerar genom den. (Shuntventil, 2024).

3.6 Stigarledning, eller stigare

Rör eller elektrisk ledning i ett system där den huvudsakliga energin tillförs en process eller ett system. (Stigarledning, 2024).

3.7 Ackumulatortank, värmelager

Oftast en tank där värme magasineras i form av uppvärmt vatten för att sedan distribueras vidare där ett värmebehov finns. Detta är fördelaktigt då den energi värmekällan avger är större än det för stunden varande behovet. (Värmelager, 2024).

3.8 Solfångare

Solfångare är en anordning som utvinnet värme ur solens strålning och överför den till ett medium, så som vatten till exempel. Dessa är populära att använda vid fritidsbostäder och andra ställen där tillgång till elektricitet inte finns. (Solfångare, 2024).

3.9 Vattenburen värme

Med vattenburen värme avses att vatten är det medium som transporterar värme till olika utrymmen där uppvärmning är önskvärd. System som innefattar vattenburen värme är radiator- och golvvärmesystem till exempel.

Uppvärmde vatten pumpas runt i ett system där det får avge värme för att erhålla temperaturhöjning. (Vattenburen värme, 2024).

4 Det befintliga systemet, beskrivning och funktion

För närvarande värms huset upp med en vedeldad panna, alternativt en 6kW elstav, som är ansluten till ackumulatortankar. Dessas kapacitet uppgår till 3 gånger 500 liter, alltså 1500 liter totalt, som i sin tur distribuerar värme till radiatorer belägna runt om i huset. Pannan har en effekt på 25kW och är även försedd med en så kallad laddventil, som egentligen heter blandventil enligt korrekt benämning. En laddventil har en förspecificerad temperatur och är en trevägsventil som blandar på två anslutningar och släpper ut en viss temperatur på den tredje. Vid eldning av pannor är det allmänt att använda sig av temperaturen 73 °C på laddventilen. Detta innebär att så länge temperaturen inne i pannan befinner sig under 73 °C så cirkulerar inte vatten mellan ackumulatortankar och panna, utan cirkulerar bara internt tills temperaturen börjar överstiga 73 °C. Då börjar returledningen från tankarna att shunta med stigaren och blandar 73 °C som går in i pannans vattenmantel medan övrigt går till tankarna. Detta för att undvika ojämna temperaturer i en panna, då stora variationer på stigare och retur kan innebära stress för materialet och manteln, oftast bestående av gjutjärn, kan spricka. Detta kan härledas till materials förmåga att expandera vid uppvärmning, ett allmänt känt fenomen. Då man känner till blandventilens specificerade temperatur, så kan man även dra slutsatsen att då returvattnet är lika med eller överstiger 73 °C så är ventilen fullt öppen och shuntar inte på stigaren längre. Efter att detta läge uppnåtts så kan uppvärmning ske väldigt fort och en risk för att vattnet börjar koka uppkommer och det vill i största möjliga mån undvikas. Pannan i detta fall är dock försedd med en automatisk avstängning då temperaturen på vattnet når kritiska nivåer.

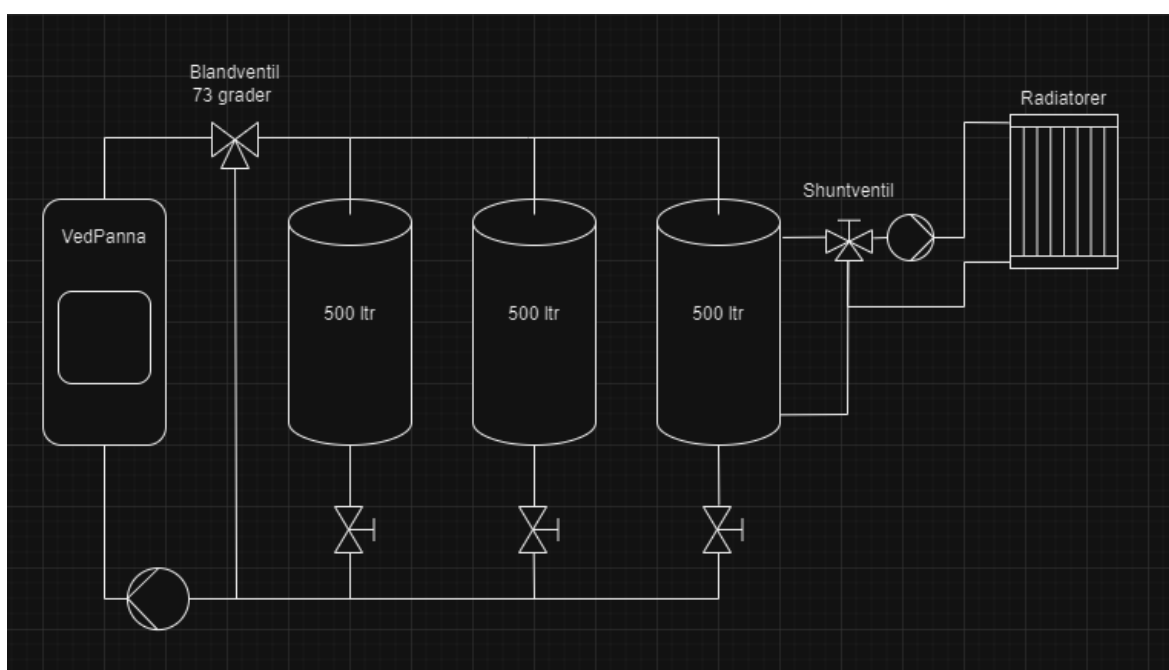
Efter att tankarna värmts, eller egentligen parallellt med att de värms, så bör det cirkuleras ut vatten från systemet, för att på så sätt uppnå uppvärmning av fastigheten. Detta sker för närvarande med en konventionell och manuell shuntventil – som blandar från tank och retur till önskad temperatur på stigaren. Detta system är allmänt vida känt, vedertaget och beprövat.

Tilläggas ska att vattnet cirkuleras från panna till tankar och från tankar till radiatorer med två cirkulationspumpar av fabrikatet Grundfos. Förr var ofta system av dylik karaktär, speciellt större, utformade på ett sådant vis att själv-cirkulation uppnåddes. Detta sker genom att varmt vatten stiger och kallt sjunker. För att hjälpa det fysikaliska fenomenet på

traven så dimensionerade man stigar- och returledningar olika. Då var även expansionskärl placerade högst upp i systemet. Våldigt genialiskt utformade system egentligen och inte känsliga för driftstörningar i form av elavbrott till exempel.

Den nya designen av systemet kommer att behandlas i ett senare kapitel, som även det tangerar det nuvarande, därav ingen större djupdykning i det befintliga systemet.

Vissa element av detta system kommer dock att bevaras och de kommer att behandlas närmare senare. Nedan följer en ritning av befintligt värmesystem (Figur 1). (Björklund, 2013).

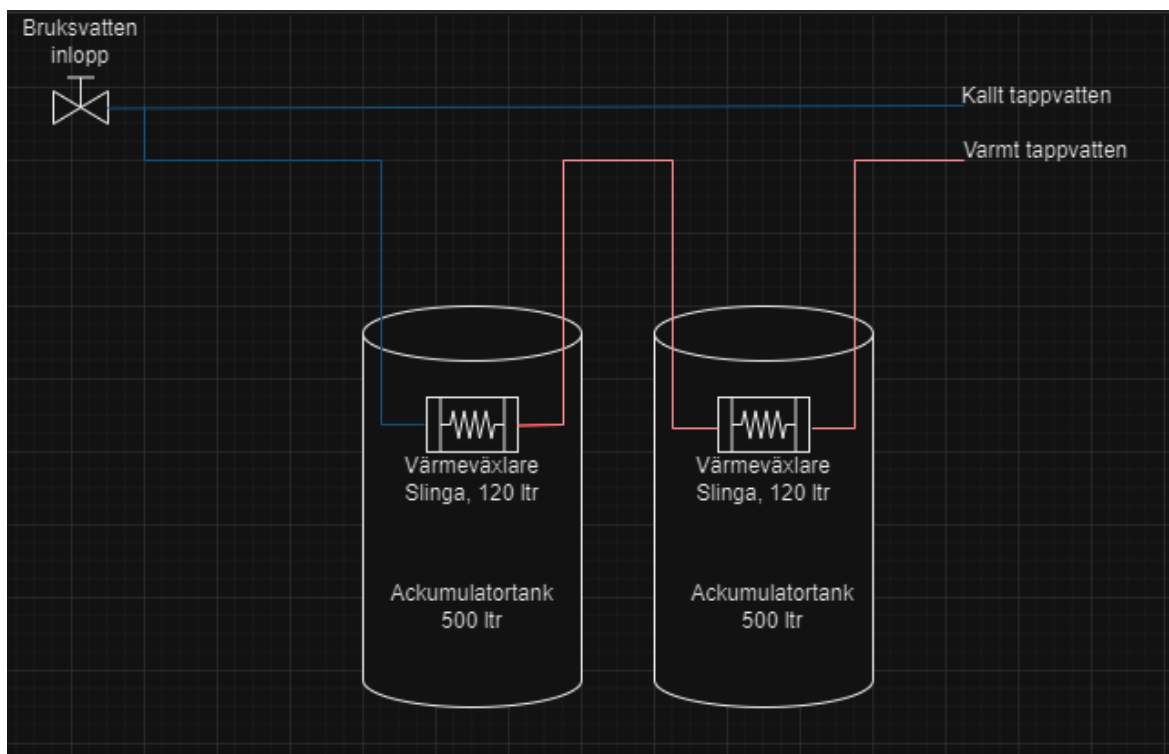


Figur 1. Ritning över befintligt värmesystem.

4.1 Befintligt tappvatten

För att undvika att ritningar eller text blir för röriga eller komplicerade behandlas uppvärmning av bruksvatten skilt under detta arbete, även om det är samma källor som värmer dem båda. För tillfället värms tappvatten genom två slingor som är belägna i två av ackumulatortankarna, således kopplade i serie (Figur 2). Kallt vatten flödar genom en slinga som är nedsänkt i en tank och omgivande vatten värmer således slingan till dess temperatur, därav värms aldrig bruksvatten direkt, utan det värms av omgivande vatten till slinga. Detta system utnyttjar husets uppvärmningssystem för att värma även tappvatten, för att på så vis slippa en extern varmvattenberedare. I och med att två av tankarna är

försedda med denna slinga, och deras volym är 120 liter vardera, så innebär det allt som allt 240 liter förvämt tappvatten. Då slingan passerar två tankar, så hinner det även värmas av kringliggande vatten innan det passerat hela slingan, så risken att varmt tappvatten tar slut i det befintliga systemet under normalt bruk är ganska liten, förutsatt att det är ordentligt uppvärmda ackumulatortankar. (Björklund, 2013).



Figur 2. Ritning över befintligt tappvattensystem

5 Varför komplettera systemet med en värmepump?

Att elda med ved kräver tid, resurser och är ett system som till stor mån är beroende av att någon eldar med allt som hör där till. Även om man äger egen mark där man kan avverka och på så vis förse sig själv med ved, så är det en väldigt tids- och arbetskrävande process. För närvarande kan systemet visserligen förlita sig på elstaven för att hålla huset varmt, men kostnadsfrågor uppkommer i och med längre frånvaro från bostad genom att värma med el.

Det finns dock positiva aspekter av att elda med ved. Det är dessa detta arbete strävar att ta fasta på. En panna arbetar till exempel, i alla fall jämförelsevis med en värmepump, under väldigt höga temperaturer och kan leverera väldigt mycket energi under en ganska kort tid. Därav används oftast ackumulatortankar i kombination med en panna, då det är eftersträvansvärt att kunna lagra den energi som tillförs i någon form och inte vara beroende av att pannan ska gå hela tiden för att ha någonstans att ta energin ifrån för att värma upp huset. Detta innebär dock att det alltid är en sjunkande temperatur i tankarna så länge det inte eldas och det löser inga problem långsiktigt, utan systemet lever på lånad tid tills energi tillförs igen genom att elda för att upprätthålla vettig inomhustemperatur. Shunten i det nuvarande systemet och dess utförande kan styras för att maximera tiden som en laddning räcker, men förr eller senare så bottenar systemet, med andra ord; shunten är fullt öppen men det erhålles ändå bara lägre och lägre temperatur på stigarledning i och med att det inte tillförs värmeenergi till systemet.

En värmepump å andra sidan körs kontinuerligt och enligt behov. Behovet bestäms av utetemperaturen. Man brukar prata om att de körs på utetemperaturkurva. Det betyder kort och gott att det är utetemperaturen som bestämmer vad det är för temperatur på framledningsvattnet. På detta sätt arbetar alltid pumpen dynamiskt och proportionerligt till systemets behov. Detta är önskvärt ifall en pump är direktkopplat till radiatorer eller golvvärme. (Andren & Axelsson, 2007).

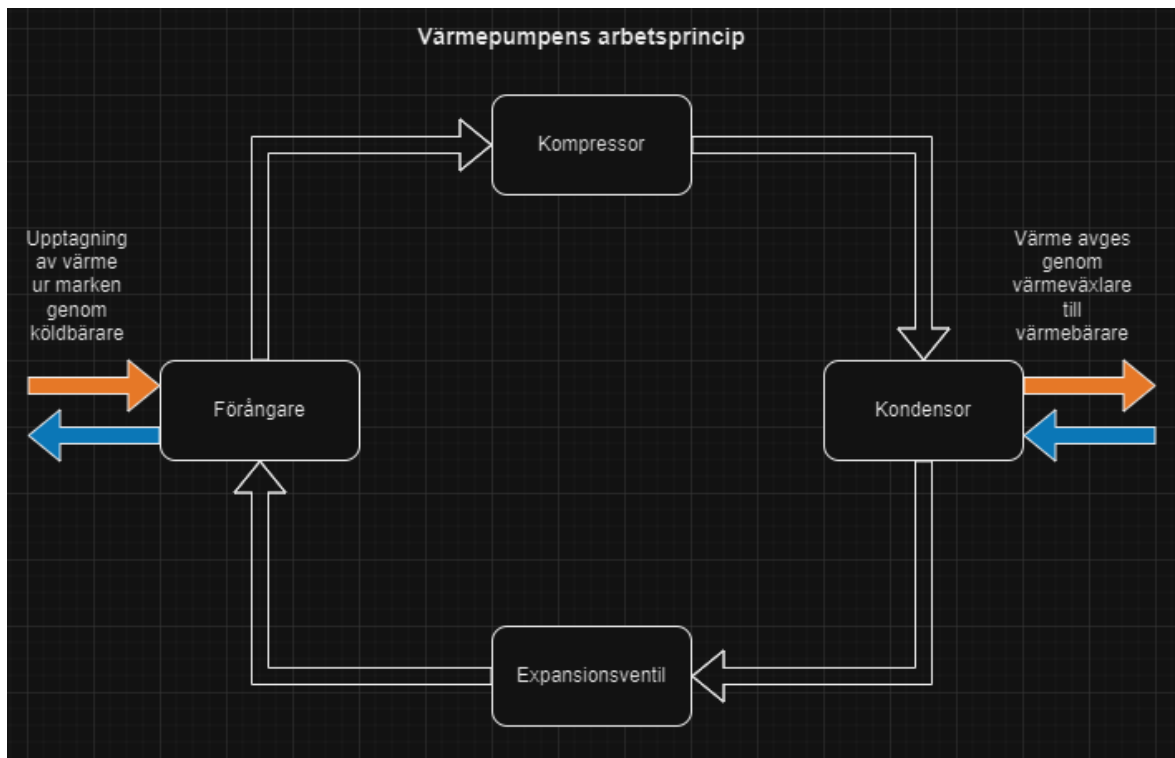
6 Värmepumpar och COP-värden

Värmepumpar som tar sin energi från marken, så kallade bergvärmepumpar eller jordvärmepumpar, har en köldbärare i en jordslinga som tar energi ur kringliggande material i marken. Temperaturen som erhålls är ca 5 °C, och i och med att denna temperatur är relativt konstant, så är det framledningstemperaturen som blir variabeln för effektiviteten. Luftvärmepumpars effektivitet beror i stor mån av utomhustemperaturen.

Då det framkommit att det är framledningen som bestämmer systemets effektivitet så följer en förklaring på varför det är på detta vis. För värmepumpar brukar man prata om COP-värden och det är kortfattat en faktor för den effektivitet som erhålls beroende av framledningstemperatur.

6.1 COP-värdet, även kallat värmefaktor

COP är en förkortning av engelskans Coefficient Of Performance och innebär en beskrivning av värmepumpens verkningsgrad. Alltså, hur mycket effekt drivs pumpen med och hur mycket tillvaratas genom avgiven värmeenergi. Detta låter ju som magi, men det är det inte. Det som egentligen sker är att värmeenergi förflyttas från en plats till en annan – i detta fall, från utsidan av huset till insidan. Det uppstår med andra ord inte värme ur tomma intet, utan vi förflyttar den från en plats till en annan. Det som sker naturligt, utan manipulation eller åverkan, är att värme förflyttar sig från en varmare plats till en kallare, men värmepumpen gör precis tvärtom - den flyttar värme från en kallare plats till en varmare. Därav blir det ännu kallare på den ena sidan. Innesluts detta i ett utrymme så erhålles något alla är bekanta med – ett kylskåp. Grundprincipen för både kylskåp och värmepumpar är nämligen densamma.



Figur 3. Värmepumpens arbetsprincip

Det som sker är att värmepumpen utnyttjar termodynamikens lagar fördelaktigt. Ideala gaslagen (1) säger att:

$$pV = nRT \quad (1)$$

Alltså, genom att manipulera tryck kan dagg- och kokpunkt förflyttas på olika medier. I värmepumpar används köldmedium, som vid undertryck kan koka redan vid minusgrader. För att i korthet beskriva principen (Figur 3) – det finns en högtryckssida (kondensator) och en lågtryckssida (förgasning). Allt blir möjligt med hjälp av en kompressor. Mediet utsätts för lågtryck och kokpunkten sänks, detta får mediet att förgasas och uppta värme, i kompressorn så utsätter vi gasen för högt tryck och höjer dess temperatur ytterligare. Sedan når gasen kondensorn där den tvingas kondensera. När detta sker så avges värme som tillvaratages genom att använda en värmeväxlare och förflytta denna värme. Slutligen passerar gasen en expansionsventil och övergår till lågtryckssidan, varav processen upprepas. Detta fenomen kan ha upplevts rent konkret av de som jobbat med pneumatiska verktyg i en eller annan form, de blir väldigt kalla, och detta beror på att en gas förändrar tryckförhållande väldigt snabbt i dem, då verktyget i sig börjar fungera som en expansionsventil.

Med detta sagt, så kan det konkluderas att det finns ett läge som är optimalt, alltså där det erhålles maximal skillnad mellan förflyttad termisk energi och elektrisk energi som tillförs värmepumpen. Detta läge är för värmepumpar, som tar sin termiska energi ur marken, 35 °C i framledningstemperatur. Om högre temperaturer önskas så måste kompressorn uppbygga en högre tryckskillnad och visserligen är det som tas ut i termisk energi mer än det som tillförs i form av elektrisk, men det är inte optimala förhållanden.

När detta konkluderats, så kan det även konkluderas att ett system som levererar 35 °C vatten i så stor mån som möjligt är det mest gynnsamma. (Allmänna gaslagen, 2024) (Mårtensson, 2007).

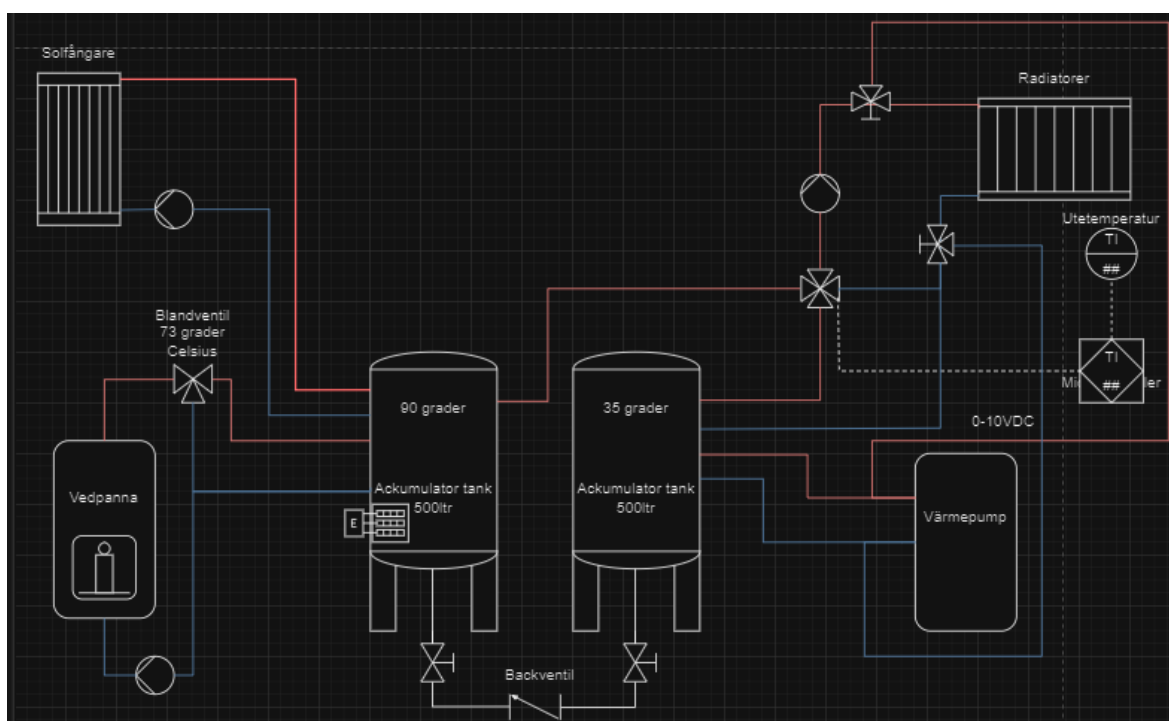
7 Designen av det nya systemet

Det som inte kan göras ifall man eftersträvar att leverera 35 °C vatten i framledning i så stor mån som möjligt är att köra det direkt mot ett radiatorsystem, vilket är det konventionella sättet och anses vara bäst vid en nyinstallation av en värmepump. Detta då pumpen kan svara snabbt på förändringar i utetemperaturen och anpassa framledningstemperaturen efter det. Det som i stället måste göras är att köra värmepumpen mot en tank där vatten med temperaturen 35 °C ackumuleras. Enligt ritningen framkom det redan att det befintliga systemet har tankar, som kan nyttjas fördelaktigt. Genom att ha en tank där 35 °C vatten ackumuleras och en annan där en högre temperatur ackumuleras så kan pannan nyttjas utan att vara totalt beroende av att elda i den.

Värmepumpar går i allmänhet att konfigurera körningssätt på. Det går alltså att välja att köra fram enbart 35 °C vatten till tank. Vanligtvis då en värmepump körs mot en tank så kör man fram maximal framledningstemperatur och shuntar därefter från tanken vidare till systemet. Detta är, som tidigare förtäljts, inte optimalt.

Oftast då en pump kopplas upp till ett befintligt värmesystem och skall köras parallellt med en panna så skiljer man dem båda åt. Detta då de arbetar under så olika temperaturer och att köra in för hög temperatur i en värmepump är rent av skadligt för pumpen. I stället för att avge termisk energi så skulle köldmediet uppta termisk energi. Det är det som är problematiken med att koppla upp en värmepump parallellt med en panna.

Det som vanligtvis görs är att de två systemen skiljs åt med ventiler och ganska så dåliga lösningar erbjuds på hur detta ska skötas. De automatiserade lösningarna är det få fabrikat som erbjuder och det är väldigt dyrt. Annars löses det genom att skilja de båda systemen åt med manuellt manövrerade kulventiler. Detta är en dålig lösning, då det innebär att bryta strömmen till värmepumpen. Ifall värmepumpen är mitt uppe i ett pågående program kan det innebära problem. Det blir helt enkelt mycket att hålla reda på. Glömmer man sedan att starta värmepumpen och öppna ventiler så har man ett kallt hus, eller glömmer att enbart öppna ventiler till värmepumpen så kan man åsamka den skada. Detta system har dock tre tankar till sitt förfogande sedan gammalt, av vilka två bevaras, så de kan skiljas åt genom att nyttja dem som två skilda värmekällor (Figur 4).



Figur 4. Ritning över den nya designen

Det kan iakttas att det som skiljer de båda systemen åt är att mata två olika tankar med olika värmekällor och att det ackumuleras 35 °C från värmepumpen. På så vis arbetar alltid värmepumpen under optimalt COP. Därefter så körs de båda tankarna mot systemet genom en fyrvägshunt, som enbart tar vatten från 90 °C-tanken då framledningstemperaturen överstiger 35 °C. Med detta upplägg och varmvattenslinga i de båda tankarna, så kan även förvärmning av tappvatten i 35 °C-tanken ske innan det leds vidare till 90 °C-tanken. (Björklund, 2013) (Mårtensson, 2007).

7.1 Flöden och framledningstemperaturer

Majoriteten av ett kalenderårs månader belastas inte systemet med framledningstemperaturer över 35 °C. Därmed kommer inte högtemperaturstanken att belastas under så många månader av året utöver belastningen av tappvatten. Och även då den kopplas in, så är det ganska små flöden som kommer ur den för att uppnå önskvärd framledningstemperatur.

Cirkulationspumpen i systemet har ett nominellt flöde på 1,67m³ i timmen. Det går då att räkna ut det nominella flödet per sekund genom (2) (3):

$$\frac{1670 \text{ l}}{60 \text{ min}} = 27.833 \frac{\text{l}}{\text{m}} \quad (2)$$

$$\frac{27.833 \text{ l}}{60 \text{ s}} = 0.464 \frac{\text{l}}{\text{s}} \quad (3)$$

Av detta framkommer att flödet per sekund är under en halv liter.

Lite närmare iakttagande av på vad de skilda flödena blir från de olika tankarna då systemet blandar 90 °C vatten med 35 °C vatten för att erhålla framledningstemperaturer över 35 °C. Formeln för två olika flöden med skilda temperaturer som används i detta fall är härledd från (4):

$$Eh = c \cdot m \cdot \Delta T \quad (4)$$

Där c är värmekapacitet, som kan försummas i detta fall då de båda vätskorna är vatten, och m är massa vilket kan ersättas med flöde här (5).

$$T := \frac{q1 \cdot T1 + q2 \cdot T2}{q1 + q2} \quad (5)$$

Där T är totala temperatur och $q1$ och $q2$ är delflöden. Delflöden framkommer inte, men det totala flödet framkommer genom att göra om formeln lite, så att den representerar totalt flöde, på detta vis går det att lösa ut $q1$ och $q2$ (6):

$$q_{tot} = \frac{q_1 \cdot T_1 + (q_{tot} - q_1) \cdot T_2}{T} \quad (6)$$

Efter detta är gjort så går det att lösa ut q_1 och då vi har det värdet så har vi även värdet på q_2 . Nedan (Tabell 1) följer beräknade flöden vid olika framledningstemperaturer:

Tabell 1.

Framledningstemperatur	Flöde 35°C-tank	Flöde 90°C-tank
65 °C	0,211l/s	0,253l/s
55 °C	0,296l/s	0,168l/s
45 °C	0,38l/s	0,084l/s
40 °C	0,422l/s	0,042l/s

Flöden från de två olika tankarna vid olika framledningstemperaturer.

Det går alltså att se att belastningen på högtemperaturtanken inte är särskilt stor. (Värmekapacitet, 2024).

7.2 Framledningstemperatur

Innan vidare fortskridning ska framledningstemperaturer behandlas och vad de egentligen innebär. Med framledningstemperatur menas temperaturen på vattnet som framleds i ett värmesystem. Denna temperatur avgörs huvudsakligen av vad det är för önskvärd inomhustemperatur i förhållande till utomhustemperatur. Önskad inomhustemperatur är normalt 21–23 °C. Nedan följer en lista på ungefärligt uppmätta framledningstemperaturer för att erhålla en inomhustemperatur på 21–22 °C, i fastigheten som behandlas, vid vissa utomhustemperaturer (Tabell 2).

Tabell 2.

Framledningstemperatur	Utetemperatur
20 °C	20 °C
25 °C	10 °C
35 °C	0 °C
48 °C	-10 °C
65 °C	-20 °C

Uppmätta framledningstemperaturer vid olika utomhustemperaturer.

Av detta kan ses att framledningstemperaturen inte följer ett linjärt mönster, vilket i och för sig hade varit väldigt praktiskt, men det måste alltså kringgås på något vis. Till en början,

då temperaturen är nära 20 °C så behöver systemet kompensera ytterst lite för att erhålla önskvärd inomhustemperatur, medan det vid extremare temperaturer, -10 °C och lägre, krävs ganska mycket för att kompensera. För att lösa detta och erhålla en "kurva" så går det att definiera den med flera olika matematiska funktioner mellan givna punkter i utomhus- och framledningstemperatur. Detta gjordes vid de givna mätpunkterna och följande matematiska funktioner kunde definieras (7)... (14):

$$Ft(T) := 0.5 \cdot -(T - 20) + 20$$

Funktion Framledning 20 - 10°C ute (7)

$$Ft(10) = 25$$

Framledning vid 10°C (8)

$$Fta(T) := 1 \cdot -(T - 10) + 25$$

Funktion Framledning 10 - 0°C ute (9)

$$Fta(0) = 35$$

Framledning vid 0°C (10)

$$Ftb(T) := 1.3 \cdot -(T - 0) + 35$$

Funktion Framledning 0 - -10°C ute (11)

$$Ftb(-10) = 48$$

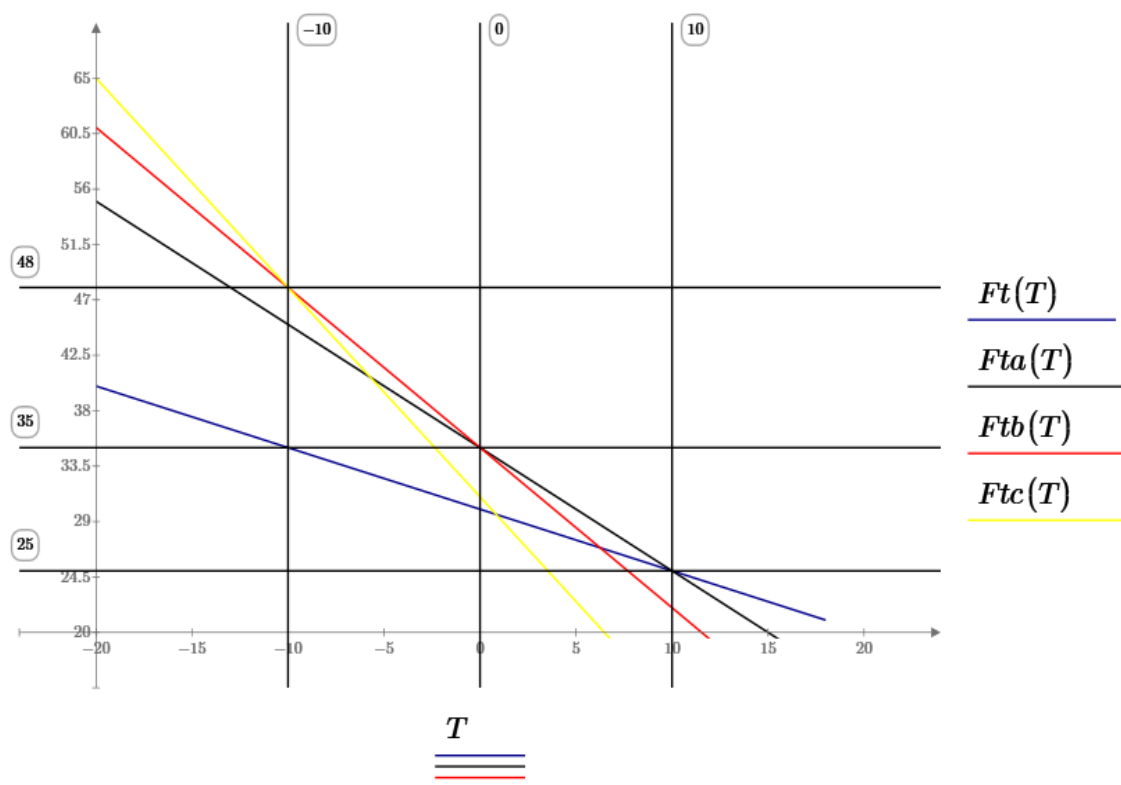
Framledning vid -10°C (12)

$$Ftc(T) := 1.7 \cdot -(T + 10) + 48$$

Funktion Framledning -10 - -20°C ute (13)

$$Ftc(-20) = 65$$

Framledning vid -20°C (14)



Figur 5. Graf över funktioner för framledningstemperaturer.

Det erhålles brytpunkter (Figur 5) vid de givna temperaturerna; 10, 0 och -10 °C. Genom att sedan implementera en kontroll som styr en shunt så går det att hoppa mellan de olika funktionerna vid givna brytpunkter, och så till vida går det att erhålla rätt framledningstemperatur. På detta sätt blir det även lätt att höja upplösningen på kurvan genom att addera fler brytpunkter vid eventuell justering av stigning, eller brist där av, ytterligare. (Björklund, 2013).

7.3 Hur länge innan systemet bottnar

Då det finns en högtemperatortank så måste det slå över till att pumpen kör framledning då vårt system bottnar, med andra ord – då det inte kan leverera högtempererat vatten längre. Detta måste ju dock ske först efter att toppen på tanken gått under 65 °C. I och med att det leder tillbaka returvattnet till tankbotten på den tekniska tanken som är försluten genom en backventil till högtemperatortank, så kommer det att erhållas en högre temperatur än 35 °C som leds tillbaka till vår högtemperatortank. Enligt beräkningar, så lyckas tanken leverera 90 °C vatten i ca 35 minuter under extrema förhållanden, med andra ord då temperaturen är minus 20 grader eller lägre utomhus, men det är bara för att cirkulera vattnet en enda gång. Det returneras och återanvänds flera ggr om innan systemet bottnar. Vid befintlig drift är det uppmätt att 500 liter 90 °C vatten räcker till att värma huset i ungefär 6 timmar vid extremförhållanden innan stigartempen blir för låg. Och vad detta projekt egentligen riktar in sig mest på, är de besparingar som eftersträvas under de mer gynnsamma månaderna av året, då värmning av tappvatten undviks med hjälp av värmepump. Det går dock att se (Figur 4), att ifall extrema förhållanden uppstår och systemet bottnar, så går det att koppla värmepumpen direkt mot radiatorer och på så vis köra pumpen så optimalt som möjligt.

8 Mikrokontroller som styrning av systemet

För att styra systemet krävs en kontroller, något som kan hantera de signaler som behövs hanteras och styra det som behöver styras. I huvudsak framledningstemperatur i detta fall.

För detta valdes Atmels Atmega644P. Den har tidigare fått väljas att bygga under studietid vid Novia. Den jobbar med 5VDC signaler, har en egen ADC omvandlare och lämpar sig bra för uppgiften. Det enda som behövde kompletteras med var en DA omvandlare och givare.

Det som behövde göras för att få det mest fundamentala att fungera var att ansluta en givare. För detta nyttjades (Figur 6) LM-335. Denna fungerar som så att den ger ut 0VDC vid 0 grader K och stiger därefter med 10mV per grad. Det är dock inte så svårt att omvandla till °C i programmet.

Temperature Accuracy (Note 1)

LM335, LM335A

Parameter	Conditions	LM335A			LM335			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$		1	3		2	6	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		2	5		4	9	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} \leq T_C \leq T_{\text{MAX}}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	2	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1.5		0.3	1.5	°C

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 5\text{ mA}$		2.5	10		3	14	mV
Change with Current	At Constant Temperature							
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Coefficient			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/chr

Figur 6. Datablad med specificationer för LM335.

Det som eftersträvas med signalen från denna, är avläsa temperatur i °C, som sedan får fungera som avgörande faktor för vår styrsignal. Detta är med andra ord variabeln som alltid bestämmer den framledningstemperatur som erhålles.

Kod för omvandling av signalen till grader celsius:

Kodexempel 1. Programmering med C++:

```
ADMUX = 0b01100000;
ADCSRA |= (1 << ADSC);
while(ADCSRA & (1 << ADSC));
inADC = (ADCL>>6);
inADC += (ADCH<<2);
utetemp = (inADC) / 1023.0 * 5.1 * 100.0 - 273.15;
```

Efter detta finns det något konkret att jobba med, något som kan säga vad som är önskvärd framledningstemperatur. För att göra detta måste några villkor ställas.

Kodexempel 2. Programmering med C++:

```
if ((10 < utetemp) & (utetemp <= 20));
{
    frt = -0.5 * (utetemp - 20) + 20;
}

if ((10 >= utetemp) & (utetemp > 0));
{
    frt = -1 * (utetemp - 10) + 25;
}

if ((0 >= utetemp) & (utetemp > -10));
{
    frt = -1.3 * (utetemp - 0) + 35;
}

if ((-10 >= utetemp) & (utetemp >= -20));
{
    frt = -1.7 * (utetemp + 10) + 48;
}

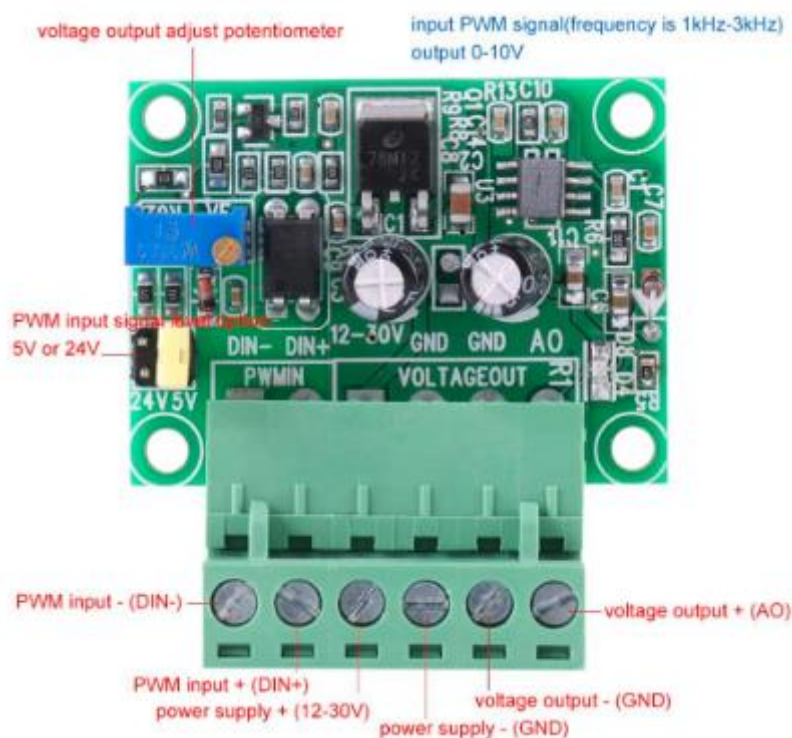
if (utetemp > 20);
{
    OCR1A = 0;
}
```

Det går att se att programmet hoppar mellan givna värden i de matematiska funktionerna för att hamna vid önskad framledningstemperatur.

Sist bör även försäkras att systemet inte börjar leda fram värme i huset på grund av returtemperaturer eller dylikt. Som exempel ett hypotetiskt scenario; Shunten är belägen i källaren och temperaturen på vattnet i ledningarna understiger 20 °C även om utetemperaturen överstiger 20 °C. För att undvika att värma vattnet i ledningarna för att matcha utetemperatur så ställs helt enkelt signalen till ställdonet som noll hela tiden då utetemperaturen överstiger 20 °C. (Atmel ATmega644P/V [DATASHEET]).

8.1 PWM-signal till ställdon

För att tala om för ställdonet vad eftersträvat läge är så måste det skickas en analog signal, men då detta inte är möjligt med denna mikrokontroller så måste det användas något som kallas PWM-signal, från engelskans "Pulse Width Modulated signal". Det fungerar genom att slå på och av likriktad spänning med en viss frekvens. Hur stor del av tiden som signalen är påslagen under periodtiden kallas Duty Cycle och bestämmer hur stor spänning som erhålles. Detta kan liknas vid en helikopters rotor – hur snabbt den snurrar är frekvensen och stigningen på bladen bestäms av Duty Cycle. Alltså, vid 0% Duty Cycle står helikoptern stilla och vid 100% så lyfter helikoptern med maximal hastighet. Genom att använda sig av en omvandlare (Figur 7), PWM till analog i detta fall, så erhålles en konstant spänning som bestäms av angiven "duty cycle", alltså tiden som tillslaget är på under en period av signalen.



Figur 7. pwm omvandlare som valdes till detta projekt.

Som kan ses från bilden så går det alltså köra in en 1-3kHz PWM-signal och erhålla en 0-10VDC signal. Ställdonet som används kräver en styrsignal på 0-10VDC.

För detta valdes en 3kHz PWM-signal. Vars Duty Cycle bestäms av värdet erhållet som framledningstemperatur. Nedan följer konfiguration, i form av kod, av PWM-signal.

Kodexempel 3. Programmering med C++.

```
void setup_pwm() {
    DDRD |= (1 << PD5);

    TCCR1A |= (1 << COM1A1) | (1 << WGM11);
    TCCR1B |= (1 << WGM12) | (1 << WGM13) | (1 << CS11);

    ICR1 = 665;
}
```

Från detta kan iakttagas en Duty Cycle vars högsta värde är 655 (100%), som alltså kommer att representera 10VDC i detta fall. För att låta denna spänning bli korrekt i förhållande till värdet erhållet från "kurvan" så går det att koda matematiskt.

Kodexempel 4. Programmering med C++.

```
OCR1A = (665/45) * (frt-20);
```

Här ses alltså hur Duty Cycle bestäms av värdet erhållet på "frt" som i detta fall är framledningstemperatur. Signalen rör sig mellan +20 °C - +65 °C och måste därmed normaliseras genom en förskjutning (-20) och över ett spann på 45 °C. I och med att 20 °C framledningstemperatur innebär 0% Duty Cycle.

Nedan följer koden i sin helhet:

Kodexempel 5. Programmering med C++.

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include "lcd.h"
#include <stdlib.h>

unsigned inADC;
float utetemp = 0;
float frt = 0;

void setup_pwm() {
    DDRD |= (1 << PD5);
    TCCR1A |= (1 << COM1A1) | (1 << WGM11);
    TCCR1B |= (1 << WGM12) | (1 << WGM13) | (1 << CS11);
    ICR1 = 665;
}
void ADC_init(void)
{
```

```

        ADCSRA = (1 << ADEN)|(1 << ADPS2)|(1 << ADPS1)|(1 << ADPS0)|(1 << ADSC);
        ADMUX = (1 << REFS0)|(1 << ADLAR);
    }

int main(void) {
    setup_pwm();
    LCD_init();
    ADC_init();

    while (1) {
        ADMUX = 0b01100000;
        ADCSRA |= (1 << ADSC);
        while(ADCSRA & (1 << ADSC));
        inADC = (ADCL>>6);
        inADC += (ADCH<<2);
        utetemp = (inADC) / 1023.0 * 5.1 * 100.0 - 273.15;

        LCD_goto(ROW1);
        LCD_puts("Ute Temp:");
        LCD_goto(ROW1+13);
        LCD_puti(abs (utetemp*10));
        LCD_goto(ROW1+11);
        LCD_puti(abs (utetemp));
        LCD_goto(ROW1+16);
        LCD_putc(',');
        if (utetemp < 0);
        {
            LCD_goto(ROW1+13);
            LCD_putc('-');
        }

        LCD_goto(ROW2);
        LCD_puts("Stigartemp:");
        LCD_puti(frt);

        if ((10 < utetemp) & (utetemp <= 20));
        {
            frt = -0.5 * (utetemp - 20) + 20;
        }

        if ((10 >= utetemp) & (utetemp > 0));
        {
            frt = -1 * (utetemp - 10) + 25;
        }

        if ((0 >= utetemp) & (utetemp > -10));
        {
            frt = -1.3 * (utetemp - 0) + 35;
        }

        if ((-10 >= utetemp) & (utetemp >= -20));
        {
            frt = -1.7 * (utetemp + 10) +48;
        }

        if (utetemp > 20);
        {
            OCR1A = 0;
        }

        OCR1A = (665/45) * (frt-20);
    }

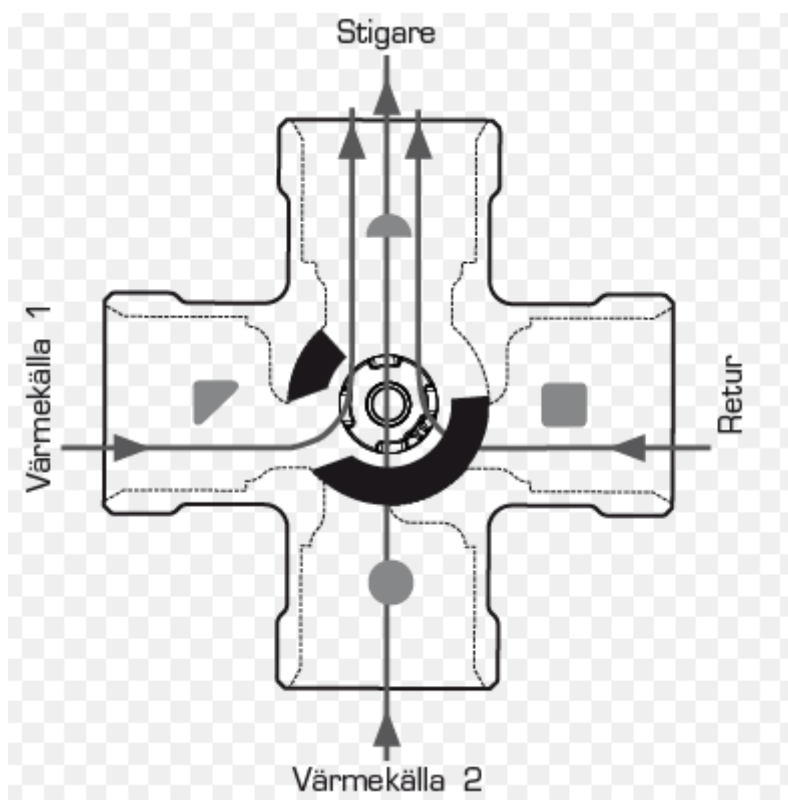
    return 0;
}

```

I huvudsak består programmet av konfigurationer av de olika in- och utgångarna, de rent matematiska lösningarna, villkor och vad som varit önskvärt att skriva ut på LCD-skärm belägen på mikrokontrollern. (Atmel ATmega644P/V [DATASHEET]).

9 Regleringen helt praktiskt

Så som systemet är tänkt att bli uppbyggt just nu, så kommer ett ställdon för en fyrvägsshunt (Figur 8) att installeras. På denna görs inställning av botten- och toppvärde. I detta fall alltså 20 – 65 °C och mellan detta spann så erhålls en styrsignal på 0-10VDC. På detta sätt normaliseras utsignalen att representera spannet mellan dessa två olika temperaturer. Det som dock kunde implementeras i programmet är en PID-reglering, eller en PI-reglering skulle antagligen räcka mer än väl i detta fall. Då skulle det värde som erhålles som framledningstemperatur representera ett börvärde i regleringen, och det skulle finnas en återkoppling till mikrokontrollern på vad det verkliga värdet är på framledningstemperaturen. På så vis skulle systemet även vara mer universellt. Detta kräver dock avprövning för att erhålla värden att sätta in i en PID. Så det blev tyvärr inte aktuellt i detta skede.



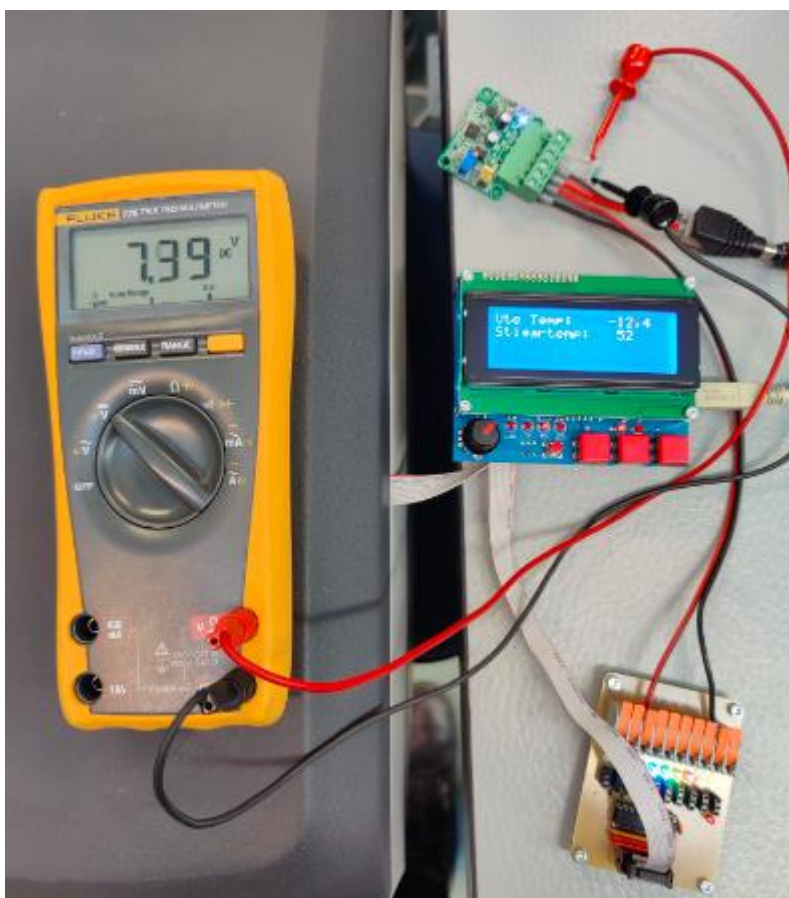
Figur 8. Bivalent shunt från esbe.se

Värmekälla 1 (Figur 8) är från 35 °C-tanken, värmekälla 2 (Figur 8) från 90 °C-tanken, de övriga två anslutningarna är stigare och retur. Det helfärgade svarta på bilden (Figur 8) är den så kallade klaffen, vars läge bestämmer hur vattnet flödar i shuntventilen. Då denna

specifika shunt är helt "fast" så cirkulerar det enbart på retur och stigare och då den är fullt öppen så cirkulerar det på värmekälla två och stigare. (Björklund, 2013).

10 Resultat och tester

En testkörning gjordes för att se ifall analog utsignal var rätt i förhållande till utetemperatur. För att simulera olika utomhustemperaturer så sattes givaren ner i en frysex (Figur 9). Detta fungerade förvånansvärt bra.



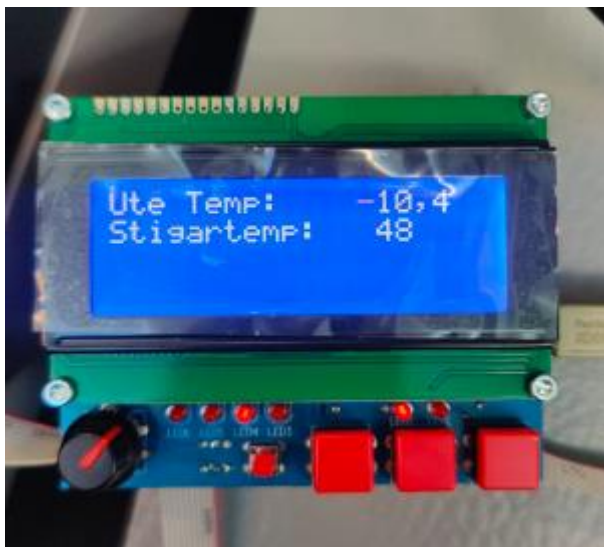
Figur 9. Provkörning mot frysex.

Det går att se från bilden (Figur 9) att det erhålles rätt framledningstemperatur rent praktiskt genom att iaktta den uppmätta spänningen på multimetern.

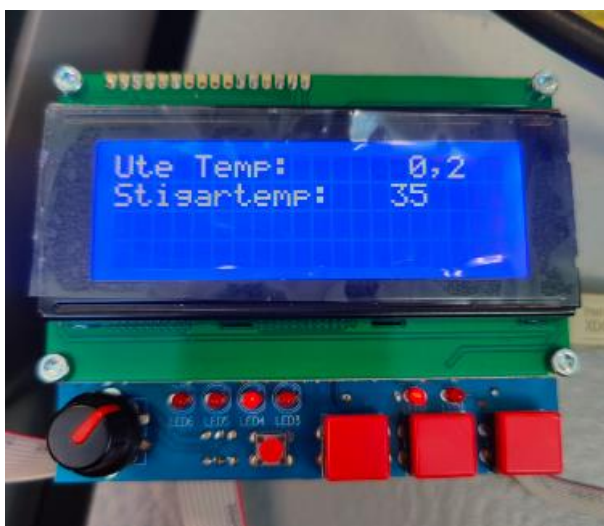
$$0.73 \cdot 45 + 20 = 52.85 \quad (15)$$

På detta vis (15) beräknas vad ställdonet skulle ge för utfall, ifall det erhöles denna styrsignal. Även den uppmätta temperaturen från givaren stämde relativt bra överens med frysexens egen mätning av temperaturen.

En del olika temperaturer prövades (Figur 10, 11) för att se att systemet var konsekvent och fungerade över hela spannet.



Figur 10. Resultat vid testning.



Figur 11. Resultat vid testning.

Från bilderna (Figur 10, 11) går det att se att det fungerade som eftersträvat. Testkörningen var i det stora hela lyckad.

10.1 Uppskattade besparingar

Då det kommer till besparingar så måste det tas i beaktande vad värmepumpen skulle förbruka i jämförelse till vad den förbrukar då den framleder 35 °C.

Om man studerar ritningen från tidigare så kan man se att även solfångare skulle kopplas upp till högtemperaturtank. Dessa är förvånansvärt effektiva under varma sommardagar.

En modell som valdes i detta fall kunde värma 80 liter 10 °C vatten till 95 °C på sex timmar under en solig dag.

Systemet skulle ha förvärrat vårt tappvatten till 35 °C och för att bibehålla en hög temperatur i tanken under sommaren med hjälp av solfångare torde inte vara något problem, då det enda som påfrestar systemet är duschning. Har man värmepumpen att göra detta, som tidigare nämnts, så måste den köra på väldigt höga temperaturer för att eliminera bakterier, men i detta fall så skulle det aldrig bli aktuellt, utan pumpen skulle bara jobba mot sin egen tank och upprätthålla en temperatur på 35 °C där och på så vis alltid jobba under optimala förhållanden. Solfångare är passiva vad gäller elförbrukning. Det enda som skulle behöva tas i beaktande är att styra vatten till och från solfångaren med hjälp av en termostat och en liten pump. Så, det beräknas helt kallt att fungera under de månader som solen lyser fördelaktigt. Detta uppskattas till 6 månader av året, april – september. Alltså, sex månader av året då inte systemet belastas märkbart, inget behov av att elda och värmepumpen får arbeta under optimala förhållanden och vara så kostnadseffektiv som möjligt. Ifall detta inte vore fallet, och pumpen kördes utan ackumulatortankar, så skulle pumpen antingen var helt ur bruk och vatten skulle värmas med konventionell varmvattenberedare eller så skulle pumpen ha en egen integrerad tank och värma varmvatten, båda förslagen ganska kostsamma. Det förstnämnda är dock helt klart mer kostsamt.

En pump som vore lämplig för detta system är Bosch LW5000 7kW. Denna har ett COP på 3,9 vid 35 °C i framledningstemperatur och värmeeffekten är 6,7kW. Med andra ord, vi erhåller 6,7kW i värmeeffekt från att mata in 1,7kW. Värmer den dock på maxeffekt så går COP ner till 2,6. Och räknar man med en dusch per dag, åtminstone vid ett hushåll med flera personer, så ska vattnet värmas så gott som kontinuerligt för att bibehålla vatten som har en temperatur som är lämplig att duscha med. Ifall det rent hypotetiskt sett sägs att det är ett hushåll som har en beredare på 300 liter som värmepumpen skall värma till 65 °C, så kan vi göra följande beräkningar.

0.00016 kWh

kWh det går åt för att värma en liter vatten

300 l

Volymen på vår beredare

Vattentemperaturen som initialt matas in i tanken kan förbises, då detta enbart sker en gång och sedan sköter en termostat att pumpen matar nytt vatten då faktiska värdet går 10 eller mer under börvärdet. Så det går att räkna med 10 grader uppvärmning sex månader i året och en gång per dag. Detta är enbart en uppskattning.

$$0.0016 \text{ kWh} \cdot 300 \text{ l} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{365 \text{ d}}{2} \right) = 876 \text{ kWh} \quad (16)$$

Av detta går det att se att sammanlagt och uppskattningsvis, under sommarmånaderna, så skulle energiförbrukningen genom att värma konventionellt vara 868.8kWh. Med det sagt så ska dock det delas med 2.6, för att erhålla vad som tillförs i elenergi och vad som faktiskt betalas för.

$$\frac{876 \text{ kWh}}{2.6 \text{ cop}} = 336.923 \text{ kWh} \quad (17)$$

Systemet som behandlas kommer att värma 500 liter som har en slinga och kommer i och med att det har en större tank ackumuleras mer värme. Det är uppmätt att det går att duscha åtminstone 4 gånger innan vattnet bör värmas igen för att erhålla brukstemperatur. Då ser denna uträkning ut på följande vis, om det uppskattas att det duschas 2 gånger per dag i huset och på så vis behöver vattnet värmas varannan dag.

$$0.0016 \text{ kWh} \cdot 500 \text{ l} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{365 \text{ d}}{4} \right) = 730 \text{ kWh} \quad (18)$$

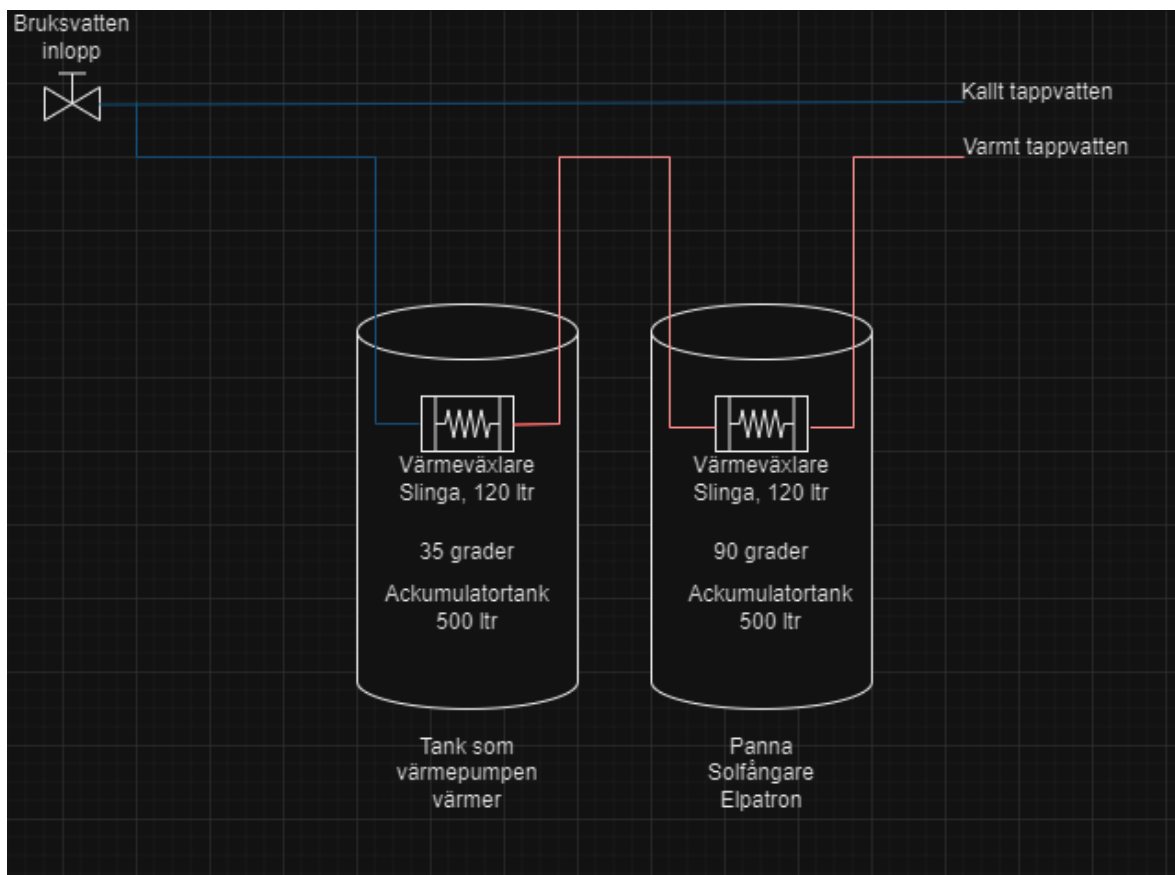
$$\frac{730 \text{ kWh}}{3.9 \text{ cop}} = 187.179 \text{ kWh} \quad (19)$$

Vi kan alltså se att det tilltänkta systemets energiförbrukning är betydligt lägre.

$$\frac{187.179 \text{ kWh}}{336.923 \text{ kWh}} = 0.556 \quad (20)$$

Detta är bara en beräkning mot slutna tankar, som inte värmer huset, vilket även värmepumpen kommer att behöva göra under vissa av dessa månader. Men, det går att se att det är fördelaktigt att ha optimalt COP-värde hela tiden och köra pumpen mot en tank dessa månader.

För att med en bild beskriva vad som skulle göras (Figur12):



Figur 12. Ritning tappvattensystem

Genom att alltid förvärma tappvatten till 35 °C i ena tanken och sedan leda det vidare till den andra med hög temperatur, så avlastas den mängd energi som går åt till att värma högtemperaturtanken

Tidigare kunde ses att det är 35 °C i framledning då utetemperaturen befinner sig på noll grader. I detta sammanhang skall även tilläggas att en solfångare sköter en stor del av uppvärmningen, så högst antagligen blir det ovidkommande att ta värmepumpens effektåtgång i nämnvärt beaktande.



Figur 13. Medeltemperaturer Finland, Helsingfors från mittresvader.se

Studerar man medeltemperaturer i Finland (Figur 13), Helsingfors förvisso, där den gröna linjen representerar lägst uppmätta temperatur och den röda högst uppmätta temperaturen. Så kan man se att det egentligen är väldigt sällan temperaturen rör sig under -10 °C . Detta system klarar av att leverera värme en god tid utan att det bottnar, ända ner till -10 °C utomhus. (Värmekapacitet, 2024) (Björklund, 2013).

10.2 Konklusion

Resultatet som eftersträvades uppnåddes och det kunde i viss grad, i alla fall teoretiskt, påvisas att det är energieffektivitetsmässigt fördelaktigt med fler värmekällor. Det fungerar även tillfredsställande att styra framledningstemperaturer med en mikrokontroller och det lämnar utrymme för vidareutveckling av systemet och utbyggnad. Att köra en värmepump på optimalt COP-värde så stor del av tiden som möjligt kunde, också teoretiskt, påvisas att är fördelaktigt.

11 Diskussion och reflektioner

Denna tanke och idé har uppkommit från det att det redan finns ett system med ackumulatortankar i fastigheten. Skulle så inte vara fallet så skulle högst antagligen inte dessa installeras. Då det skulle innebära en hel del förändringar av VVS-system. Men med tanke på det som redan finns, och de minimala modifieringar det skulle innebära rent VVS-mässigt, så är det fördelaktigt. Det befintliga systemet är även upplagt på ett konventionellt sätt och de flesta som har pannor har ett system som högst antagligen har stora likheter. Det som dock gör det till ett specialprojekt är väl just styrningen med hjälp av en

mikrokontroller. Att erbjuda företag som installerar värmesystem dessa tjänster eller rent av sälja dem till privatpersoner som tänker byta ut sitt befintliga system kanske vore en bra affärsidé.

Att göra sig av med en ackumulatortank är egentligen ingen vidare idé, då tanken i sig gör systemet så mycket mer mottagligt för förbättringar och utökning vad gäller uppvärmningssätt. Det är lätt att koppla in en till uppvärmningskälla till en tank, men kör man sin värmepump direkt mot sitt system så är man ganska låst vid den som enda uppvärmningskälla.

I detta fall skulle det eventuellt skulle löna sig med en batteribank som var kopplad till solceller, och köra en elpatron i högtemperatortanken med den. Det skulle inte krävas så mycket egentligen, om solpanelerna var helt dedikerade till just detta.

Sågas skall även att fastigheten som detta arbete berör är en gammal fastighet med radiatorer som värmeavgivare. Radiatorer träffar en liten yta luft och kräver i jämförelse med golvvärme mycket högre framledningstemperaturer, då golvet yta är mycket större och berör en så stor andel luft i ett hus. Skulle detta system appliceras på en fastighet med golvvärme så skulle besparingar vara betydligt större.

I och med att systemet enbart är i planeringsstadiet så fanns det en del av sakerna som hade varit bra att ta upp som inte kunde tas upp före systemet är installerat, som nämndes - till exempel en PI-reglering av framledningstemperatur.

Andra saker som kunde vara bra att implementera vore att plussa på alla funktioner, alltså stiga i grader på framledningstemperatur, utifall att vindstyrka utomhus börjar påverka inomhusklimat. Då drag kan vara ett problem i äldre fastigheter. Även en signal för molniga och soliga dagar vore bra, då en solig dag medför en "växthuseffekt" då solen strålar in genom fönster i en fastighet och framledningstemperaturen kunde eventuellt sänkas en grad eller två i sådana fall. Varierbar hastighet på cirkulationspumpen kunde också vara en idé och således styra den utifrån temperaturskillnad på framledningstemperatur och returtemperatur.

Ett eventuellt problem som kan uppstå är temperaturen på returvatten från systemet då värmekälla två är inkopplad, detta skulle dock ganska lätt kringgåas genom att anlägga en slinga i källargolv till exempel för att tvinga ner returtemperaturen.

Detta arbete riktar i huvudsak in sig på utveckling och innovation vad gäller installationer av uppvärmningssystem i egnahemshus. Detta ansågs fungera som en ganska bra grund för ett examensarbete då det finns otaliga sätt att bygga upp dylika lösningar på och den design som presenteras är bara en i mängden av idéer.

12 Referenser

- Allmänna gaslagen. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/allmänna-gaslagen>
- Andren, L., & Axelsson, A. (2007). *Värmeboken*. Akvedukt Bokförlag.
- Atmel ATmega644P/V [DATASHEET]. (n.d.). Atmel.
- Björklund, J. (2013). *Värme och kyla. 1*. Liber AB.
- Gross, H. (2008). *Energismarta småhus : vägledning och råd till byggherrar, arkitekter och ingenjörer*. Gross Produktion AB.
- Mikrokontroller. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/mikrokontroller>
- Mårtensson, H. (2007). *Värmepump i villan*. Forma Publishing Group AB.
- Shuntventil. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/shuntventil>
- Sjunnesson, H., & Helldorff, E. (2012). *100 Innovationer : 1-50 Antibiotika-läsk*. Bilda förlag och ide.
- Solfångare. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/solfångare>
- Stigarledning. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/ordbok/svensk/stigarledning>
- Vattenburen värme. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/vattenburen-varme>
- Värmekapacitet. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/varmekapacitet>
- Värmelager. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/varmelager>
- Värmepump. (den 26 05 2024). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/varmepump>