



# Värmepumpssystem i större fastigheter

John Myrberg

Rasmus Öhberg

Examensarbete  
Distribuerade energisystem  
2016

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	15392 & 14112
Författare:	John Myrberg & Rasmus Öhberg
Arbetets namn:	Värmepumpssystem i större fastigheter
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	NIBE Energy Systems Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Syftet med detta arbete är att visa vilka möjligheter en större fastighet har, då fastigheten planerar att skaffa ett värmepumpssystem. Dimensioneringen av värmepumpssystemet är den viktigaste delen av hela processen och i detta arbete gick vi igenom hur man gör en optimal dimensionering till en större fastighet. I exempellösningarna visar vi olika värmepumpssystem som olika fastigheter kan välja mellan, beroende på fastighetens storlek och nuvarande energikälla. I arbetet gick vi också igenom vilka olika beredare, både för värmesidan och tappvarmvattensidan, som finns på värmepumpsmarknaden. Vi behandlar olika tekniker och typer av beredare, samt vilka beredare som det lönar sig att koppla till vilket värmepumpssystem. Vi tog reda på hur en större fastighet kan utnyttja solenergin tillsammans med en värmepumpsanläggning. I arbetet berättar vi även om Bostads Ab Stallbackens värmepumpsanläggning, som är ett höghus på 24 lägenheter i Virkby. Vi jämförde kostnader och besparingar för fastigheten, efter att de bytt ut fjärrvärmepaketet till en värmepumpsanläggning år 2014.</p>	
Nyckelord:	Värmepumpssystem, fastighet, bergvärme, dimensionering, beredare, solenergi
Sidantal:	52+6
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distribuerade energisystem
Identification number:	15392 & 14112
Author:	John Myrberg & Rasmus Öhberg
Title:	Värmepumpssystem för större fastigheter
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	NIBE Energy Systems Oy
<p><b>Abstract:</b></p> <p>The purpose of this work is to show what opportunities a larger property has, that is planning to invest in a heat pump system. The dimensioning of the heat pump system is the most important part of the whole process and in this work we went through how to make an optimum dimension to a bigger property. In the example solutions, we show different heat pump solutions in different properties, depending on the property size and current energy source. In this work, we also wrote about different boilers, both for the heating side and the hot water side. We wrote about different techniques and types of boilers, and which boilers can be connected to which heat pump system. We also wrote about how larger properties can utilize solar energy in connection with a heat pump system. In the work we wrote about Bostads Ab Stallbacken and its heat pump system. Bostads Ab Stallbacken is an apartment building of 24 apartments in Virkkala. We compared the costs and savings for the property, after they replaced the district heating package to a heat pump system in 2014.</p>	
Keywords:	Heat pump system, property, geothermal heat, dimensioning, boilers, solar energy.
Number of pages:	52+6
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Hajautetut energiajärjestelmät
Tunnistenumero:	15392 & 14112
Tekijä:	John Myrberg & Rasmus Öhberg
Työn nimi:	Värmepumpssystem för större fastigheter
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	NIBE Energy Systems Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tässä opinnäytetyössä näytämme mitkä mahdollisuudet isolla kiinteistöllä on, kun he suunnittelevat hankkivansa lämpöpumppujärjestelmän. Lämpöpumppujärjestelmän mitoitus on prosessin tärkein vaihe. Näytämme miten lämpöpumppujärjestelmää kannattaa mitoittaa jotta saavutetaan suurin mahdollinen hyöty. Esimerkkiratkaisuissa käsittelemme eri lämpöpumppujärjestelmiä. Järjestelmän valinta perustuu kiinteistön koosta, nykyisestä lämmitysjärjestelmästä ja kiinteistön ikään. Lämpöpumppumarkkinoilla on useita eri varaajia ja säiliötä eri valmistajilta. Käymme läpi eri varaajien tekniikoita sekä näytämme miten varaajat voidaan kytkeä lämpöpumppuihin. Aurinkoenergiaa voidaan myös hyödyntää isoissa kiinteistöissä joko aurinkopaneeleilla tai aurinkokeräimillä. Käsittelemme miten nämä kaksi tapaa hyödynnetään lämpöpumppujärjestelmissä. As Oy Stallbacken on 24 asuntainen kerrostalo Virkkalassa. He vaihtoivat kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2014. Vertaamme energiakulutuksia ennen asennusta sekä asennuksen jälkeen ja toteamme että maalämpöön siirtyminen on kannattavaa myös isoissa koh-teissa.</p>	
Avainsanat:	Lämpöpumppujärjestelmä, kiinteistö, maalämpö, mitoitus, varaaja, aurinkoenergia.
Sivumäärä:	52+6
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>9</b>
1.1	Målet.....	9
1.2	Avgränsningar .....	9
<b>2</b>	<b>Myndighetskrav .....</b>	<b>10</b>
2.1	ErP - Energimärkning .....	11
2.2	F-gaser .....	13
<b>3</b>	<b>Dimensionering av värmepump.....</b>	<b>14</b>
3.1	Sanering eller nybygge.....	14
3.2	Effektbehov.....	15
3.3	Fast eller flytande kondensering .....	15
3.4	Del eller fulleffekt.....	17
3.5	Tilläggsenergi .....	19
3.6	Värmebärarkrets.....	19
3.7	Värmesystem.....	21
3.8	Varmvattenbehov .....	22
<b>4</b>	<b>Värmepumpens grundfunktioner och komponenter .....</b>	<b>23</b>
4.1	Köldbärarkrets .....	24
4.1.1	<i>Bergvärme</i> .....	24
4.1.2	<i>Luft/vatten</i> .....	25
4.1.3	<i>Frånluftsåtervinning</i> .....	25
4.2	Värmeproduktion .....	27
4.3	Varmvattenproduktion .....	28
4.4	Tillbehör och utökande funktioner .....	29
<b>5</b>	<b>Värmepumpsberedare .....</b>	<b>30</b>
5.1	Bufferttank .....	30
5.2	Varmvattenberedare.....	32
5.2.1	<i>Elberedare</i> .....	35
5.3	Andra beredare.....	35
<b>6</b>	<b>Solenergi .....</b>	<b>38</b>
6.1	Sol.....	38
6.1.1	<i>Sol i värmepumpssystem</i> .....	39
6.2	Solvärme .....	39
6.2.1	<i>Typer av solfångare</i> .....	40

6.2.2	<i>Solvärme i värmepumpssystem</i> .....	41
<b>7</b>	<b>Principskeman och val av beredare</b> .....	<b>42</b>
7.1	Exempelbyggnad 1 .....	42
7.2	Exempelbyggnad 2 .....	44
7.3	Exempelbyggnad 3 .....	46
<b>8</b>	<b>Bostads Ab Stallbacken</b> .....	<b>49</b>
	<b>Källor</b> .....	<b>51</b>
	<b>Bilagor</b> .....	<b>53</b>

## Bilder

Bild 1. Produkt- samt systemetikett [6] .....	12
Bild 2. Kalkylvärden för effektbehov.....	14
Bild 3. Dimensionerade utetemperaturer.....	15
Bild 4. Principschema för en värmepump med fast kondensering.....	16
Bild 5. Principschema för en värmepump med flytande kondensering.....	17
Bild 6. Effekttäckningskurva. [15] .....	19
Bild 7. Kyleffektskurva. [16].....	20
Bild 8. Max effekt och energivärden för energibrunnar.....	21
Bild 9. Fram- och returledningstemperaturer. ....	21
Bild 10. Varmvattenförbrukningstabell. [2] .....	22
Bild 11. Kompressorns funktionsprincip.....	23
Bild 12. Bergvärme. [18].....	24
Bild 13. Luft/vatten. [18].....	25
Bild 14. Frånluftsåtervinning. [18].....	26
Bild 15. Värmepumpens värmekurva.[8] .....	27
Bild 16. Elspotpriser i Finland under 8 dagar i februari.....	29
Bild 17. Principschema med bufferttank mellan värmepumpen och fastighetens värmesystem. [21] .....	30
Bild 18. Principschema för en bufferttank med integrerade el motstånd. [21] .....	31
Bild 19. Principschema för en bufferttank med solslinga. ....	31
Bild 20. Kopplingsprincip för en tappvattenberedare med laddslinga. [21] .....	32
Bild 21. Kopplingsprincip för en dubbelmantlad varmvattenberedare. [21].....	33
Bild 22. Kopplingsprincip för ett större varmtappvattensystem med värmeväxlare. [22] .....	34
Bild 23. Principschema för en hetgasvärmepump och hetgasberedare. [26].....	36
Bild 24. Principschema för en värmepump med två energiberedare. [27] .....	37
Bild 25. Förenklat principschema för en värmepump med en energiberedare. [28].....	37
Bild 26. Principschema för värmepump med energiberedare. ....	43
Bild 27. Principschema för värmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank. .....	44

Bild 28. Principschema för ett större värmepumpssystem. ....	45
Bild 29. Principschema för en frånluftsvärmepump tillsammans med fjärrvärme.....	46
Bild 30. Principschema för två luft/vattenvärmepumpar som endast producerar värme. .....	47
Bild 31. Principschema för ett värmepumpssystem för industrierhallar. ....	48
Bild 32. Principschema för Stallbackens jordvärmesystem .....	49
Bild 33. Energiförbrukning i Stallbacken.....	50
Bild 34. Bostads Ab Stallbacken .....	50

## **Tabeller**

Tabell 1. Effekttäckningsgranskning.....	18
Tabell 2. Producerad solelenergi beroende på solcellseffekten. [25].....	39



# 1 INLEDNING

Då energipriserna ständigt höjs, har fastighetsägarna börjat vända blicken mot mer energi- samt kostnadseffektiva system. Man vill spara pengar men ändå ha ett fungerande system. Ett av alternativen är olika värmepumpssystem. Värmepumpen har redan funnits på den finska marknaden i tiotals år så detta är inte en ny uppfinning. Värmepumpens fördel är den billiga driftkostnaden jämfört med andra värmesystem. Då man väljer ett värmepumpssystem är det viktigt att systemet dimensioneras rätt från första början. Val av beredare, både på värmesidan och tappvarmvattensidan, är en betydande faktor då man strävar till att systemet skall fungera så optimalt som möjligt. Då allting fungerar som det skall kan man nå en betydande besparing.

## 1.1 Målet

Målet med detta arbete är att visa hur ett värmepumpssystem fungerar samt vilka möjligheter en större fastighet har, då fastigheten vill investera i ett värmepumpssystem. Arbetet ger en större helhetsbild över värmepumpssystem.

## 1.2 Avgränsningar

I detta arbete har vi endast berättat om vilka möjligheter fastigheter har inom värmeproduktionen. Kylbehov och produktion av kyla tas inte upp i arbetet.

## 2 MYNDIGHETSKRAV

Byggandet i Finland regleras av markanvändnings- och bygglagen samt förordningen. Finlands byggbestämmelsesamling innehåller föreskrifter och anvisningar som kompletterar markanvändnings- och bygglagen och byggnadsförordningen. Föreskrifterna i byggnadsbestämmelserna måste följas medan anvisningarna, som innehåller godkända lösningen, endast är rekommenderade. Byggnadsbestämmelserna är indelade i sju delar från A till G. Varje del innehåller flera, mer specifika underrubriker.

När man talar om tappvattensystem i nybyggen, är det byggnadsbestämmelsen D1 Vatten- och avloppsinstallationer för fastigheter, som man följer. Byggnadsbestämmelsen D1 definierar varmvattenproduktionen enligt följande. Varmvatteninstallationen bör planeras och installeras så att vattentemperaturen är minst 55 °C med ändå så att varmtappvattnet inte är högre än 65 °C. [1] Med dessa temperaturer kan man eliminera legionella bakterier samt garantera en säker användning av det varma tappvattnet.

Byggnader skall planeras och byggas så att det går att uppnå ett hälsosamt, tryggt och trivsamt inomhusklimat inom vistelsezonen under alla vanliga väderleks- och driftsförhållanden, föreskriver byggnadsbestämmelsen D2 Byggnaders inomhusklimat och ventilation. Byggnadsbestämmelsen D3 Byggnaders energiprestanda, definierar noggrannare denna bestämmelse. ”Uppvärmningssystemets effekt ska dimensioneras så att inomhustemperaturen under uppvärmningssäsongen kan upprätthållas vid de dimensionerande utetemperaturer...”. [2] De dimensionerade utetemperaturerna hittar man i bild 3. Rumstemperaturen skall i allmänhet vara 21 °C. Då byggnaden används får rumstemperaturen i allmänhet inte vara över 25 °C. [3] För att inne överskrida 25 °C kan det behövas ett kylsystem i byggnaden.

När man bygger bergvärmeanläggningar behövs det för det mesta ett åtgärdsstillstånd enligt markanvändnings- och bygglagen. Ifall man borrar på ett grundvattenområde behövs ett tillstånd enligt vattenlagen. Man måste även komma ihåg att olika kommuner har olika regler, vad gäller borrhårens av energibrunnar. Kommunen kan fastställa områden, där det inte behövs något tillstånd och områden där det är förbjudet att borra. Som

exempel har Borgå stad förbjudit borring av energibrunnar i hela gamla stans område.[4]

Eftersom man använder sig av kemikalier i värmebärarkretsen måste man följa kemikalielagen. Kemikalielagen förordar att man måste behandla kemikalier på ett sådant sätt, att inte hälsan eller miljön tar skada. Ifall man behandlar kemikalier på ett oaktsamt eller oförsiktigt vis och det orsakar föroreningar, är den som orsakat föroreningarna skyldig att rengöra det kontaminerade området så att det inte orsakar fara för hälsan eller miljön.

Energibrunnen kan med grannens samtycke borrar snett, så att energibrunnen når grannes tomt. Man kan även i värsta fall borra på grannens tomt. I dessa fall är det skäl att skriva ett servitut. Servitutet försäkrar att man även i framtiden får hålla energibrunnen på andra tomten fast ägaren på tomten byts. Servitutets innehåll är reglerat i fastighetsbildningslagen. [5]

## **2.1 ErP - Energimärkning**

Efterfrågan på elektricitet är den snabbast växande kategori av slutanvändningen av energi. Ifall man inte gör något åt saken, beräknas efterfrågan att öka under de kommande 20 till 30 åren. Enligt kommissionen förlag i Europeiska klimatförändringsprogrammet kan man betydligt minska på energianvändningen. [12]

I slutet av september 2015 steg ett nytt EU direktiv i kraft, som säger att varje värmepump med effekten under 70 kW, ska förses med ett energimärke. Dessa energimärken är redan bekanta från andra elapparater som till exempel kylskåp och TV. Energiklasserna går från G som är den sämsta till A+++ som är den bästa klassen.

Produktetiketten hittar man på varje värmepump. På den hittar man information om effektivitetsklass, effekt samt ljudnivå. Skalan på produktetiketten går endast till A++ för uppvärmningen och A för varmvatten. På märket hittar man även Europas karta som är uppdelat i tre olika zoner. Effektivitetsklassen baserar sig på medieklimatet. För att få

rätt fakta på hur produkten presterar i kallt förhållanden måst man granska produktbladet för respektive produkt.

Systemmärkningen kompletterar produktmärkningen. Systemmärkningen tar i beaktan hela värmesystemet med varmvattenberedare och styrning.

Med hjälp av primärenergifaktorn kan man få en klarare helhetsbild av den totala energianvändningen. Primärenergien tar i beaktan utvinning, transport och omvandling. I Finland delar man upp primärenergifaktorerna i fossila, el, fjärrvärme och förnybar energi. För att lätta jämförelsen mellan värmepumpar, använder man sig av primärenergifaktorn 2,5 för elenergi överallt i Europa. I verkligheten är elenergifaktorn mycket lägre i Finland. Fastän värmepumpens verkningsgrad delas med den högre primärenergifaktorn, når man ändå en hög energiklass. [6]

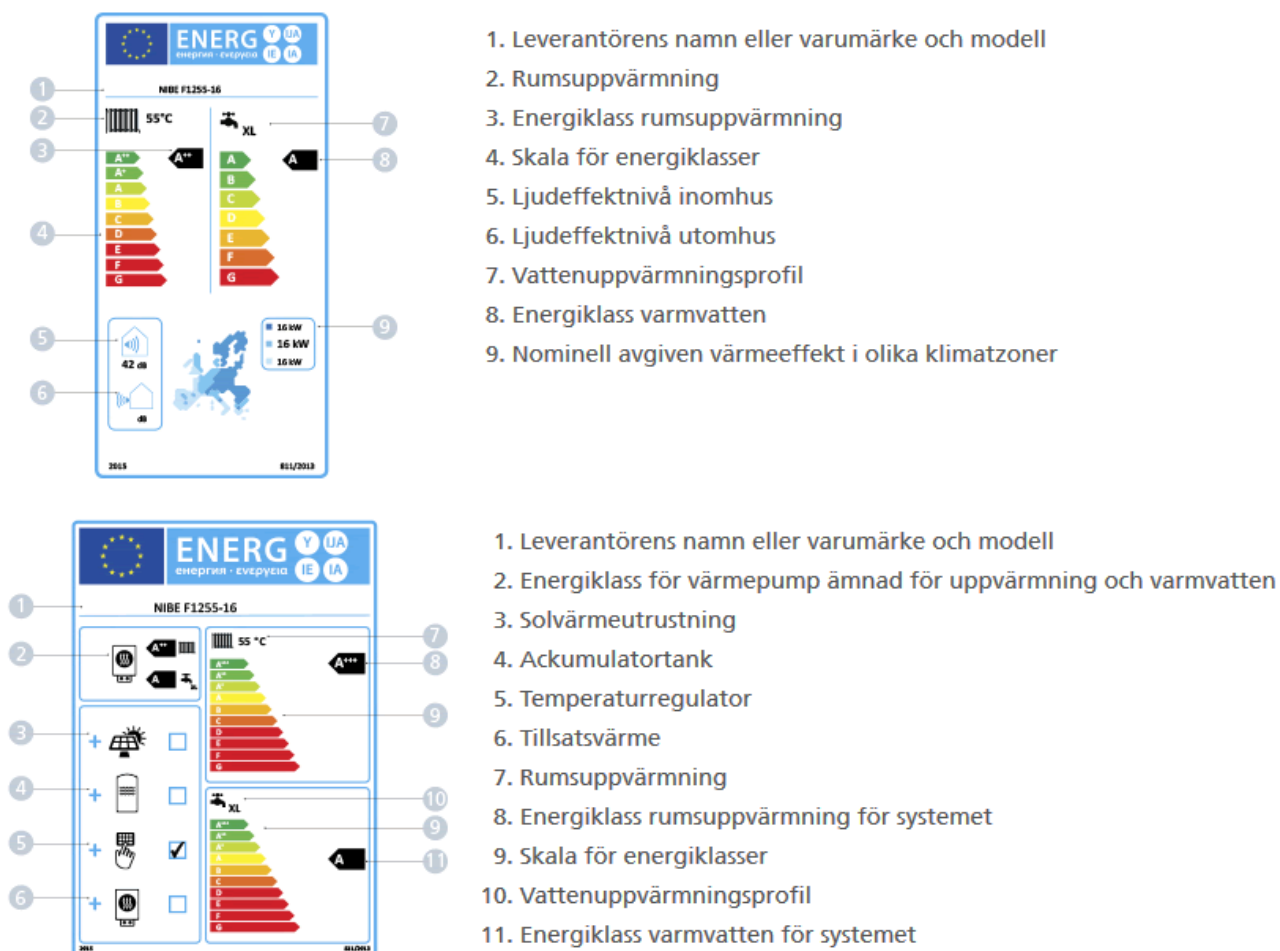


Bild 1. Produkt- samt systemetikett [6]

## 2.2 F-gaser

EUs F-gasförordnings nummer 517/2014 steg i kraft den 1.1.2015 i alla EUs medlemsländer. Förordningens syfte är att minska på växthusgasutsläpp. F-gaserna, alltså fluoretrade gaser, är växthusgaser som består av flera kemiska föreningar. Växthusgasernas värmeförmåga uttrycks i GWP (Global Warming Potential). GWP-värdet jämför den aktuella gasens klimatpåverkan med samma mängd koldioxid. Koldioxid har GWP värdet 1. De vanligaste köldmedierna som används i värmepumpar är R 407C som har GWP-värdet 1774 och R 410A med GWP-värdet 2088. [13] Nummerbetäckningen i köldmediet kommer från molekylstrukturen i köldmediet o R kommer från det engelska ordet *refrigerant*. Inom värmepumpsbranschen använder man sig av köldmedium i kompressormodulen för att överföra värme. Årsgranskningskraven finns också uppräknade i f-gasförordningen. Man tar i beaktan köldmediemängden och typen av köldmedium och räknar ihop ett CO<sub>2</sub>eq-värde. Formeln för koldioxidekvivalenten är följande. [14]

$$\text{Köldmediemängd (kg)} \times \text{GWP-värdet} = \text{CO}_2\text{eq}$$

Ifall koldioxidekvivalenten är under 5 ton behövs ingen årsgranskning. Om värdet är mellan 5-50 ton måste man göra en granskning var 12 månad.

### 3 DIMENSIONERING AV VÄRMEPUMP

Det finns flera parametrar som är viktiga då man skall dimensionera en värmepump. För att undvika under- eller överdimensioneringar, behöver man omfattande information om fastighetens tekniska egenskaper. Grundprincipen är att man skall spara pengar med en värmepump, och därför lönar det sig att välja en rätt dimensionerad värmepump redan i början, som har lagom kapacitet för just den fastigheten.

#### 3.1 Sanering eller nybygge

Då man skall dimensionera en värmepump åt ett saneringsobjekt är den viktigaste informationen tidigare års energiförbrukningar. Detta kan till exempel vara kubikmetrar olja per år eller kWh på tidigare års fjärrvärmeförbrukning. Bäst är det om man får förbrukningen från en flera års tid, i tanke på att vintrarna kan variera mycket. Med denna energimängd får man ut toppeffektbehovet för fastigheten och kan därmed dimensionera en optimal värmepump. I vissa fall kan tidigare års energiförbrukning vara okänd, men ifall man vet kubikmetrarna på fastigheten, kan man använda sig av tabellen nedan.

	I området	II området	III området	IV området
Effektbehov, W/m <sup>3</sup>	15	16	17	18
Lågenergihus, W/m <sup>3</sup>	9	10	11	12

Byggnadsår	60-talet	70-talet	80-talet	90-talet
Faktor	1,5	1,3	1,2	1,1
Stockhusfaktor	1,4-1,8	1,4-1,8	1,4-1,8	1,4-1,8

*Bild 2. Kalkylvärden för effektbehov.*

Inom nybyggen är det alltid VVS-planeraren som beräknar fastighetens värmeförlust och enligt det dimensionerar man sedan en optimal värmepump. I dagens läge är energi-bevis på nybyggen ett måste. Dessa bevis utnyttjas aktivt då man dimensionerar värme-pumpar åt nybyggen.[8]

### 3.2 Effektbehov

Då man planerar ett nytt värmeproduktionssätt till en fastighet, börjar allt med att få fram värmeeffektbehovet. Med värmeeffektbehov menas den effekt som fastigheten kräver för att hålla strävad inomhustemperatur, vid dimensionerad utetemperatur. Nedan en tabell för alla klimatzoners dimensionerande utetemperaturer samt årliga utetemperaturer i medeltal.

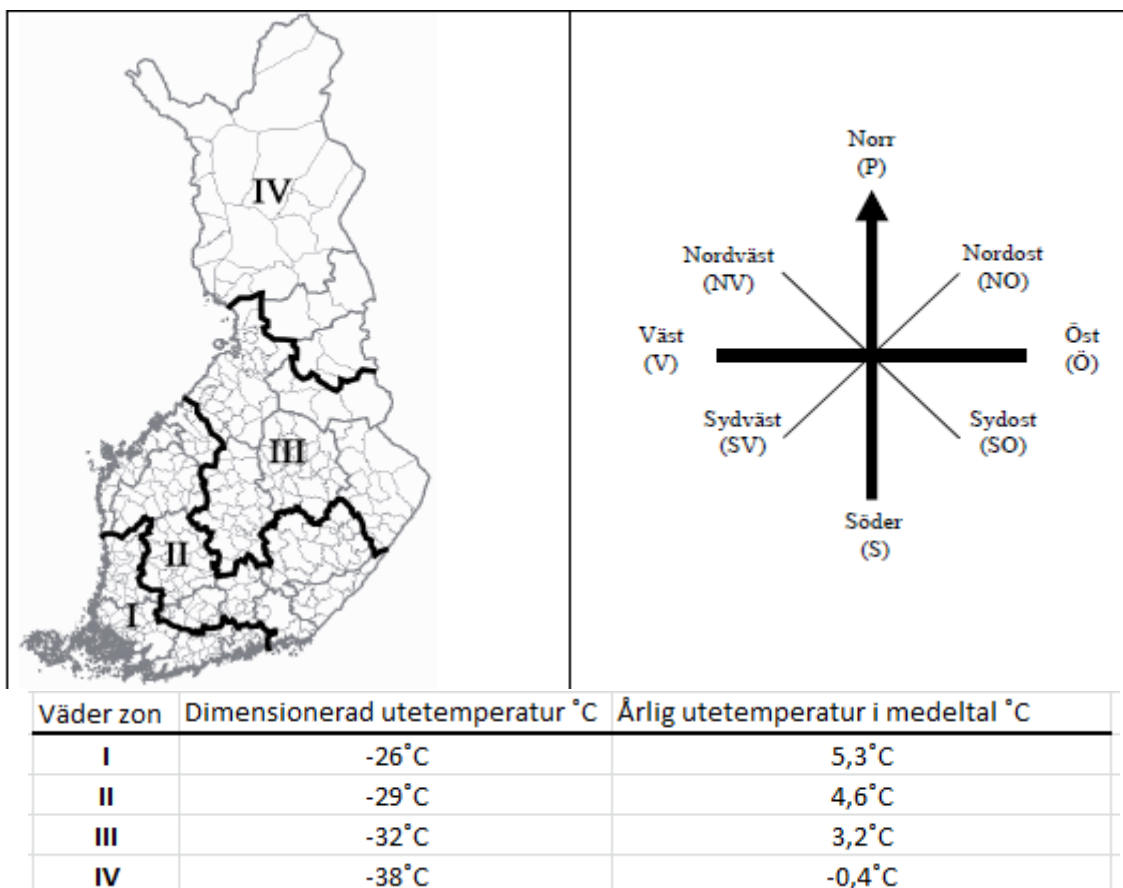
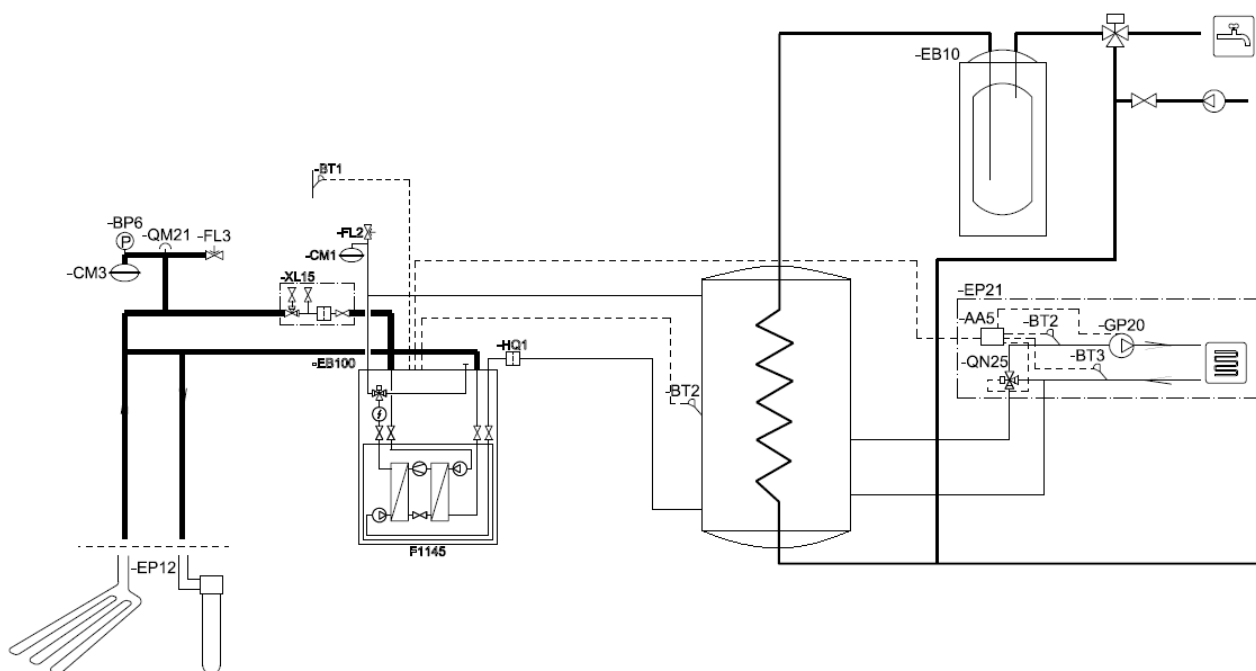


Bild 3. Dimensionerade utetemperaturer.

### 3.3 Fast eller flytande kondensering

Fast kondensering betyder att värmepumpen producerar en fast temperatur året runt oberoende av behovet. Vattnet som värms upp av värmepumpen styrs till en skild beredare och från beredaren får man värme till både tappvarmvattnet och uppvärmningen. Eftersom värmesystemets framledningstemperatur under större delar av året är lägre än

varmvattnets temperatur, behövs det en 3-vägsventil som shuntar framledningstemperaturen till en önskad nivå.



*Bild 4. Principschema för en värmepump med fast kondensering.*

Värmepumpen producerar en fast temperatur som överförs till beredare. Ifall tappvattnets temperatur inte är tillräckligt hög efter beredaren, spetsar varmvattenberedaren –EB10 det varma tappvattnet. Shuntgruppen –EP21 shuntar ut önskad temperatur till värmesystemet.

Flytande kondensering betyder att värmepumpen producerar en annan temperatur till värmesystemet än vad den gör till tappvattnet. Med hjälp av en växelventil kan värmepumpen skilt göra varmtappvatten och värme till värmesystemet.

Desto lägre temperatur värmepumpen producerar, desto högre verkningsgrad kommer man upp till. På grund av detta kommer en värmepump med flytande kondensering upp till en högre verkningsgrad än vad en värmepump med fast kondensering kan uppnå. En värmepump med flytande kondensering producerar endast en sådan temperatur till värmesystemet, som den tillfälliga utetemperaturen kräver. Denna temperatur är oftast



lägre än temperaturen på det varma tappvattnet. Eftersom värmepumpen inte producerar värme enligt tappvattenbehovet, når man en större besparing. [7]

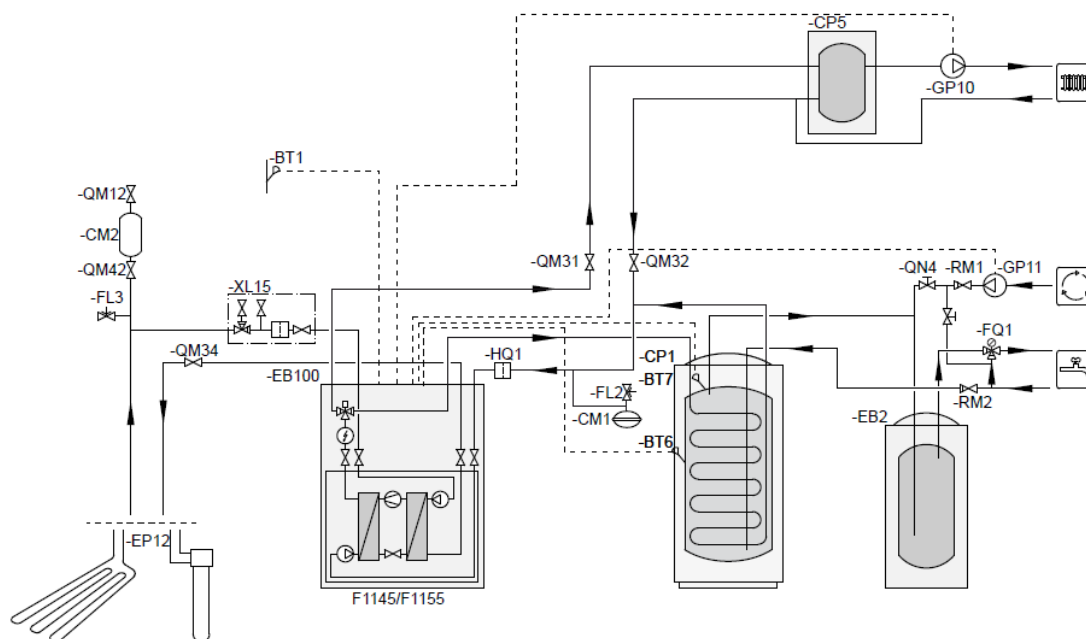


Bild 5. Principschema för en värmepump med flytande kondensering.

Värmepumpen producerar tappvatten och värme skilt med en växelventil som finns inne i värmepumpen. Varmvattenberedaren CP1 värms med värmepumpen. Varmvattencirkulationen sköts med hjälp av en elberedare för att inte vattnet i CP1 skall blandas om och förlora skiktningen. CP5 är en buffertank som ökar volymen och balanserar flödet i värmesystemet.

### 3.4 Del eller fulleffekt

En värmepump kan dimensioneras antingen till deffekt eller till fulleffekt. En fulleffektdimensionering innebär att värmepumpens kompressorer klarar av fastighetens värmeeffekt och på så sätt hela fastighetens värmeenergiförbrukning under året. Det behövs ingen tilläggsenergi från elmotstånd eller från någon annan energikälla. En fulleffekt dimensionering har däremot en negativ sida i tanke på drifttiden hos kompressorerna samt ur en investeringsynvinkel.

Det mest optimala sättet att dimensionera en värmepump är att göra en deffektdimensionering. Det betyder att man väljer en värmepump som endast täcker ca 70-80 % av toppeffekten i fastigheten, men detta innebär ändå att värmepumpen täcker 95-99 % av det totala värmeenergibehovet. Orsaken varför man gör denna typ av dimensionering är på grund av att det förekommer så några dagar under året, då fastigheten når toppeffektbehovet.[7]. Det är även viktigt att kolla på helheten då man dimensionerar ett värmepumpssystem. Ibland kan en värmepump med effekttäckningen under 70 % vara ett smartare beslut att investera i. I tabellen nedan har man jämfört olika värmepumpar med varandra.

Nr	Värmepump	Antal	Effekttäckning	Energitäckning	Investering	Besparing per år (kWh)	Besparing efter 15 år (€)
1	NIBE F1345-24	1	29 %	71 %	14 595 €	114836 kWh	157 659 €
2	NIBE F1345-30	1	40 %	84 %	17 020 €	135319 kWh	185 959 €
3	NIBE F1345-40	1	50 %	92 %	19 288 €	147363 kWh	201 757 €
4	NIBE F1345-60	1	68 %	98 %	22 634 €	150324 kWh	202 852 €
5	NIBE F1345-24	2	56 %	95 %	29 190 €	150478 kWh	196 527 €
6	NIBE F1345-24 NIBE F1345-30	1 + 1	65 %	98 %	31 615 €	153516 kWh	198 659 €
7	NIBE F1345-30	2	74 %	99 %	34 040 €	155222 kWh	198 793 €
8	NIBE F1345-30 NIBE F1345-40	1 + 1	84 %	100 %	36 308 €	155567 kWh	197 043 €
9	NIBE F1345-40	2	95 %	100 %	38 576 €	156343 kWh	195 939 €

Tabell 1. Effekttäckningsgranskning.

Grunden för beräkningen är de samma som i bilaga 1. Man har antagit att man bara investerat i värmepumpen och att besparingen hålls konstant. Elpris 0,10 €/kWh.

I Sverige är det vanligaste sättet att göra deffektdimensioneringar, medan man i Finland lutar sig mera mot fulleffektdimensioneringar. De mest sålda värmepumparna i Finland följer ändå deffektdimensioneringar, såsom i Sverige. Nedan är ett exempel på en fastighet där värmepumpens effekttäckning är 82 %. Detta betyder att värmepumpen klarar av 82 % av toppeffektbehovet för fastigheten, Det vill säga 82 % av värmeeffektbehovet under de kallaste dagarna under året, men detta resulterar ändå till en 98 % täckning för det totala energi-behovet under ett helt år. [15].

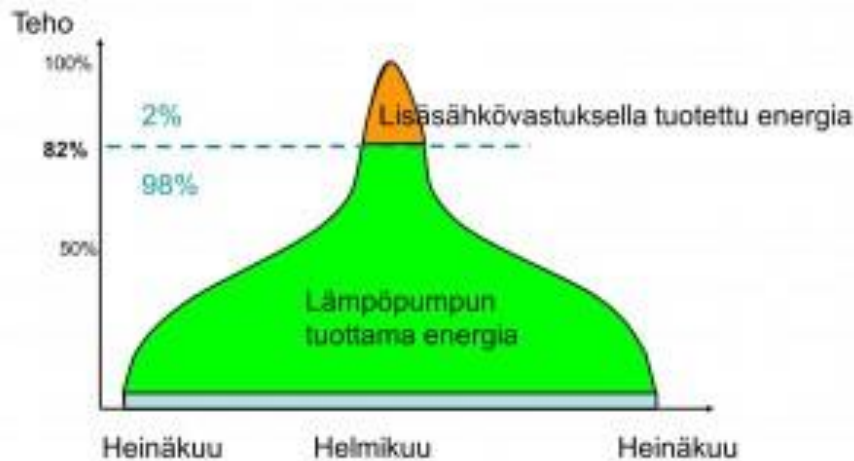


Bild 6. Effektäckningskurva. [15]

### 3.5 Tilläggsenergi

Då man dimensionerar en värmepumpsanläggning till deffekt, behövs det alltid någon tilläggsenergi som hjälper till under de kallaste dagarna på året. Vid nybyggen är det nästan alltid elmotstånd, antingen inbyggd i värmepumpen eller motstånd i en arbetstank, som sköter om tilläggsenergin. Om det är frågan om ett saneringsobjekt, så kan fastighetsägaren välja ifall man vill hålla kvar och använda sin nuvarande värmekälla som spets eller om man vill helt och hållet byta bort det gamla systemet. Om en fastighet till exempel har oljeuppvärmning som nuvarande värmekälla, så är möjligtvis oljepannans ålder en avgörande faktor, ifall man vill hålla kvar pannan som spets.

### 3.6 Värmebärarkrets

Värmeenergin tas antingen från uteluften, frånluften eller från marken. Uteluftens temperatur kan man givetvis inte påverka, men då man tar energin från marken är det viktigt att man inte tar ut för mycket energi åt gången. Man vill inte att marken skall kylas för mycket, då detta kan påverka kollektorslangens funktion i långa loppet, samt så påverkar det värmepumpens verkningsgrad om den inkommande kollektorvätskans temperatur är för låg.

I Bild 7, visas värmepumpens effektkurva för värmepumpen NIBE F1345-60. På x-axeln finns den inkommande kollektorvätskans temperatur och på y-axeln värme- samt kyleffektskurvorna. På bilden kan man avläsa att ju lägre temperatur den inkommande kollektorvätskan har, desto mindre kyleffekt fås från marken vilket resulterar i mindre värmeeffekt från värmepumpen.

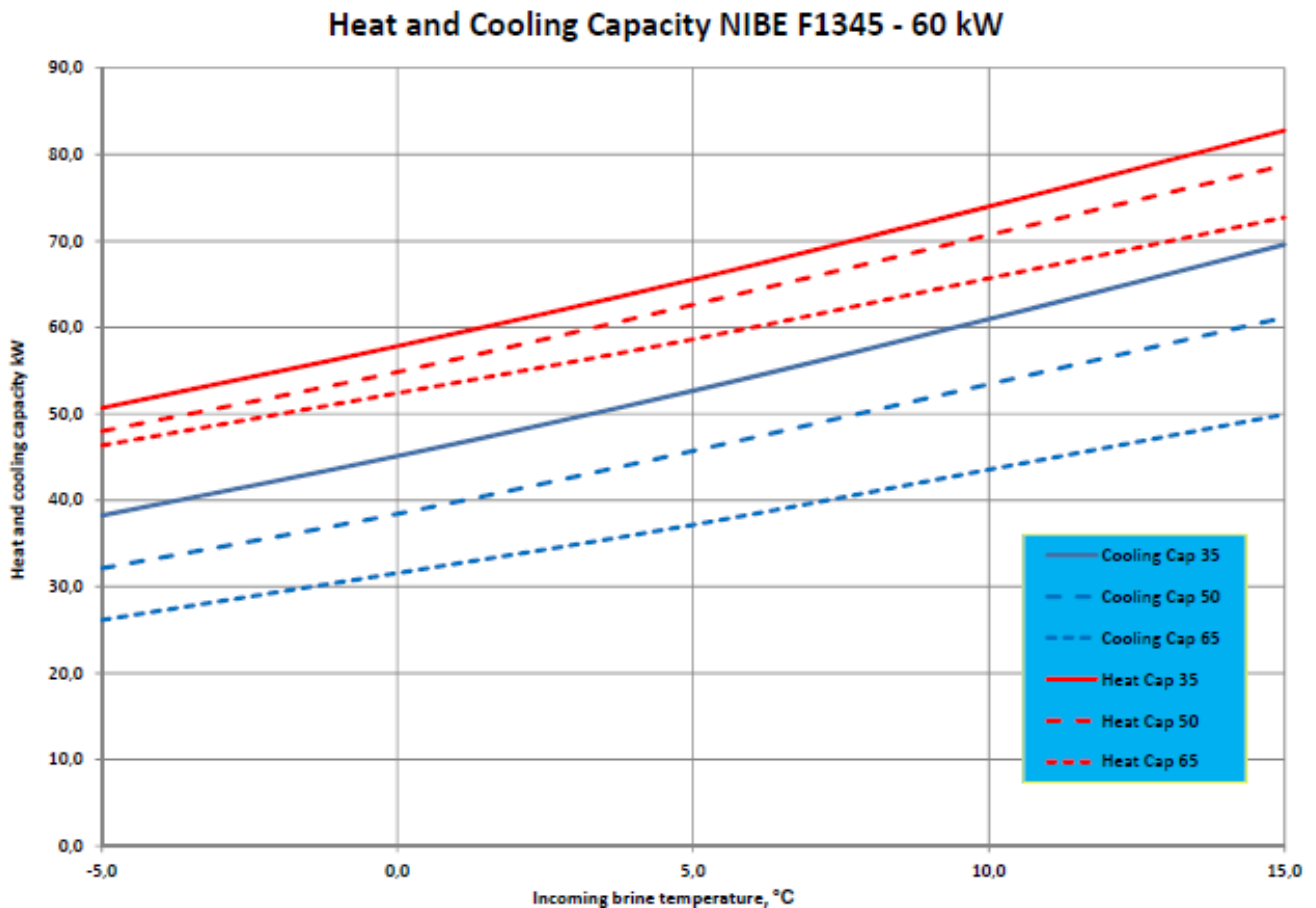


Bild 7. Kyleffektskurva. [16]

I bild 8 visas de maximala värden som får användas i olika områden. Dessa värden får inte överskridas. Den inkommande kollektorvätskans medeltemperatur skall i alla områden vara mellan - 2,5 °C och + 1 °C.

	I området	II området	III området	IV området
Medeltemperatur, °C	5,3	4,6	3,2	-0,4
Dimensionerade utetemperatur, °C	-26	-29	-32	-38
<b>Energibrunn</b>				
kWh/m	150	140	130	120
W/m	42	38	34	30
Kollektorvätskans medeltemperatur, °C	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1

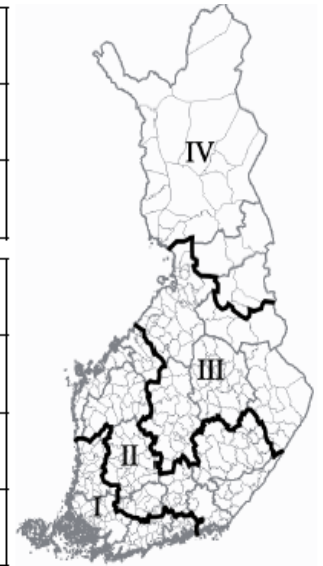


Bild 8. Max effekt och energivärden för energibrunnar.

### 3.7 Värmesystem

Fastighetens värmesystem påverkar även dimensioneringen. Själva energibehovet ändras inte, men på grund av olika framledningstemperaturer på olika värmesystem, så ändras verkningsgraden hos värmepumpen. Till exempel radiatorsystem, som oftast har framlednings- respektive returledningstemperaturen 60 °C / 40 °C vid dimensionerad utetemperatur, gör att värmepumpen förbrukar mera elenergi jämfört med lägre tempererade system. Det vill säga att desto mindre temperaturskillnad mellan det inkommande köldmediet och framledningstemperaturen, desto mindre elenergi behöver kompressorn och detta leder till bättre verkningsgrad hos värmepumpen.

Värmesystem	Framlednings- / Returledningstemperatur vid dimensionerad utetemperatur
Radiator	55°C/45°C eller 60°C/40°C *
Golvvärm	35°C/30°C
Tilluftsbatteri	50°C/30°C
	* kan förekomma högre temperaturer i äldre fastigheter

Bild 9. Fram- och returledningstemperaturer.

### 3.8 Varmvattenbehov

Varmvattenbehovet i dimensioneringen är en mycket viktig parameter, som spelar en stor roll inom det totala energibehovet. Det bästa är ifall man vet det nuvarande varmvattenbehovet i fastigheten för då går det lätt att insätta energibehovet för varmvatten i beräkningen. Oftast är det ändå så att varmvattenbehovet är okänt och då måste man uppskatta detta behov. Grunden för denna uppskattning kan t.ex. basera sig på antalet boende i fastigheten, antalet lägenheter och storleken på lägenheterna, storlek på befintliga beredare och om det förekommer badkar. Detta är visserligen endast en uppskattning och man måste alltid nämna till kunden ifall varmvattenbehovet endast är uppskattat.

Användningskategori	Specifik förbrukning av varmt tappvatten $\text{dm}^3/(\text{m}^2 \text{ a})$	Uppvärmningsenergi $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$
Fristående småhus, radhus och kedjehus, flervåningsbostadshus	600	35
Kontorsbyggnad	103	6
Affärsbyggnad	68	4
Enkvarteringsbyggnad	685	40
Undervisningsbyggnad eller daghem	188	11
Idrottshall	343	20
Sjukhus	515	30

Bild 10. Varmvattenförbrukningstabell. [2]

## 4 VÄRMEPUMPENS GRUNDFUNKTIONER OCH KOMPONENTER

Med värmepumpar kan man göra stora besparingar och desto större fastigheten är desto större besparingar kan man göra. Det finns ett antal olika energikällor som lämpar sig för större fastigheter beroende på nuvarande värmesystem och det totala energibehovet före fastigheten. Principen för alla värmepumpar är lika, det vill säga att någon energikälla värmer köldmediet i förångaren. Energin tas vanligtvis från berget, uteluften eller från fastighetens frånluft. I bild 11, förekommer alla komponenter som köldmediekretsen består av. Energitkällan överför sin värmeenergi till köldmediet, som har en tendens att förångas vid låga temperaturer. Det förångade köldmediet sugas in i kompressorn som höjer köldmediets tryck samt temperatur. I kondensorn överför köldmediet sin värmeenergi till husets värmesystem, och till sist går köldmediet genom expansionsventilen så att dess tryck och temperatur sjunker.

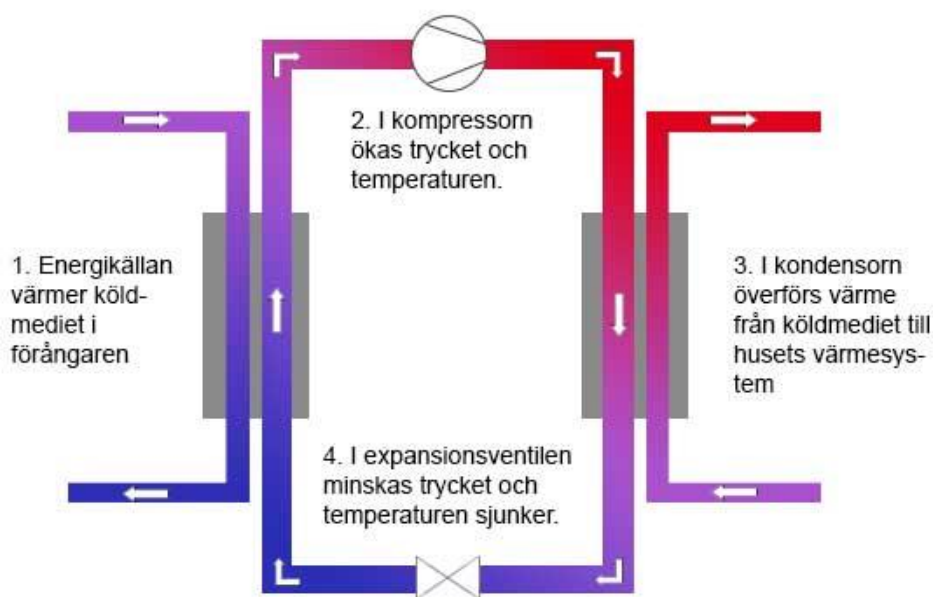


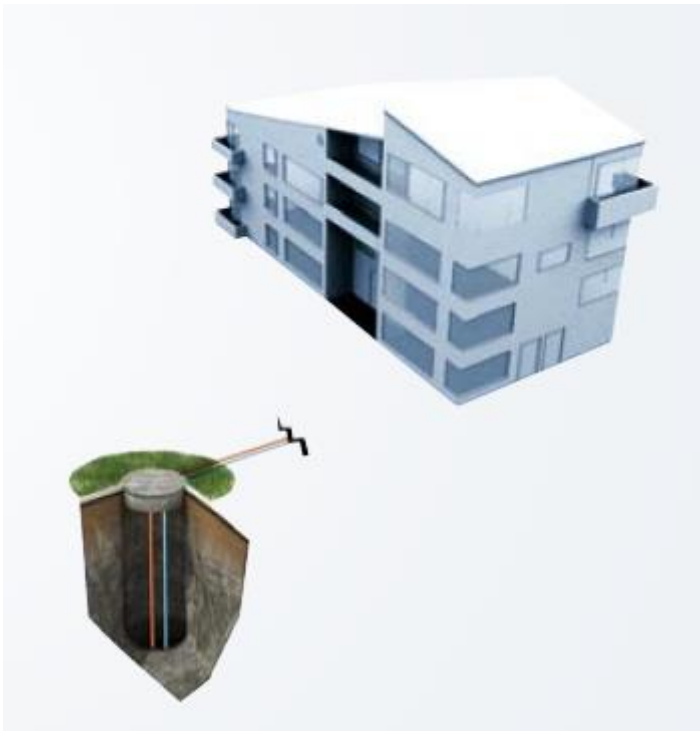
Bild 11. Kompressorns funktionsprincip.

## 4.1 Köldbärarkrets

De tre vanligaste värmepumpssystemen i större fastigheter är bergvärme, luft/vatten samt frånluftsåtervinning. Principen är den samma i varje system, men köldbärarkretsen är olika i dom tre systemen.

### 4.1.1 Bergvärme

Bergvärme är lagrad värmeenergi nere i marken. Denna energi transporteras upp till värmepumpen med en så kallad kollektorslang. Borrhålen är vanligtvis mellan 70 meter och 200 meter djupa. Diametern på hålen är 110-140mm. Vätskan i slangen, så kallad kollektorvätska, cirkulerar och hämtar värmeenergin från berggrunden. När denna vätska kommer upp till värmepumpen, överger den dess värmeenergi till värmepumpens in-byggda köldmediekrets. [18]



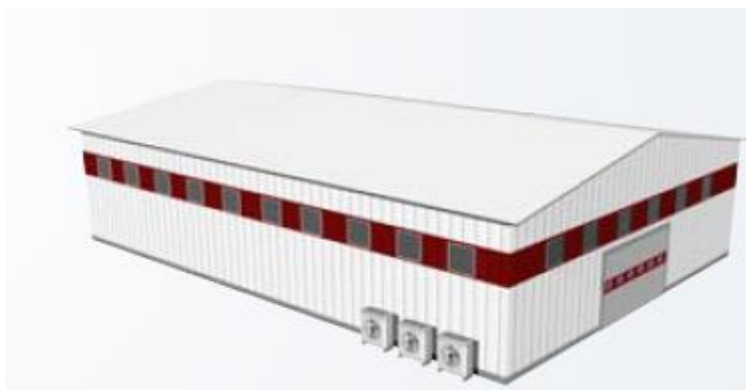
*Bild 12. Bergvärme. [18]*



### 4.1.2 Luft/vatten

En luft/vatten värmepump har i princip helt likadan funktion som en bergvärmepump. Skillnaden mellan dessa är att luft/vatten värmepumpen använder uteluften som sin energikälla. Man har en eller flera uteenheter där alla värmepumps komponenter förekommer, det vill säga förångaren, kompressorn, kondensorn och expansionsventilen. Från kondensorn avges sedan energin till fastighetens värmesystem. Då utetemperaturen sjunker, börjar värmepumpens verkningsgrad falla. Desto kallare utetemperaturen är desto mindre värmeenergi kan man ta ut från uteluften. Verknings-graden sjunker med andra ord desto större temperaturskillnaden är mellan uteluften och värmesystemets framledningstemperatur. Jämfört med bergvärmens kollektorvätska, hålls temperaturen på den inkommande kollektorvätskan mer eller mindre samma året runt.

På grund av att luft/vatten värmepumpen producerar minst värmeenergi, då värmebehovet är som störst, behövs det alltid tilläggsenergi under de kallaste dagarna under året. Tilläggseffekten måste alltid vara lika stor som fastighetens värmeeffektbehov, då värmepumpen stängs av då utetemperaturen blir för kall. I större fastigheter, där effektbehovet är relativt stort, så lämnar man oftast den gamla energikällan kvar som sköter om tilläggseffekten. [18]



*Bild 13. Luft/vatten. [18]*

### 4.1.3 Frånluftsåtervinning

Värmeåtervinning ur frånluften i större bostadsfastigheter börjar bli allt mer vanligt i Finland. Istället för att blåsa ut den varma frånluften, återvinner man denna värmeenergi för att använda den till fastighetens värmesystem, och på så sätt göra besparingar i upp-

värminingskostnader. I dagens läge måste saneringsobjekt, enligt byggnadsbestämmelserna, installera någon slags värmeåtervinning då fastigheten gör en fastighetsteknisk sanering.

För att fastigheten skall kunna återvinna värmeenergi från frånluften, krävs det att fastigheten har mekanisk frånluftsventilation. Frånluftskanalerna leds upp till ett värmeåtervinningsaggregat. I aggregatet cirkulerar ett medium som binder åt sig frånluftens värmeenergi. Detta medium pumpas sedan ner till en värmepump, där den överför värmeenergi till värmepumpens kylmediekrets.

Frånluften, vars temperatur ligger på +21 °C till +22 °C året runt, kyls ner i aggregatet så att man blåser ut +4 °C till +5 °C luft istället. Som tumregel brukar man räkna att man får 20 kW kyleffekt från 1 m<sup>3</sup> luftflöde. Kyleffekten som fås ur frånluften kan räknas med följande formel:

$$W = \text{lufflöde (l/s)} \times 1,2 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times dT \text{ (}^\circ\text{C)}. [18]$$

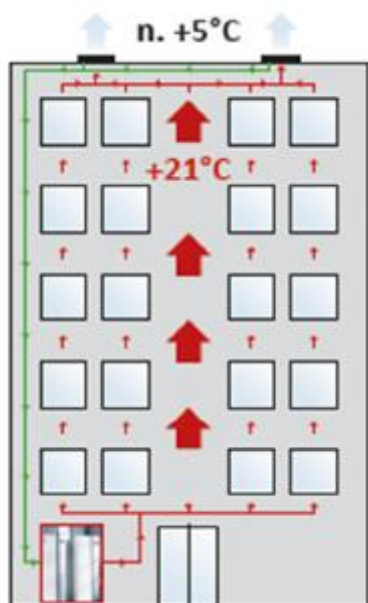


Bild 14. Frånluftsåtervinning. [18]

## 4.2 Värmeproduktion

Värmepumpen är försedd med en värmeautomatik som styrs med hjälp av utetemperatu-  
ren. Värmeproduktionen styrs alltså med en värmekurva, som går att justera på. Värme-  
pumpen producerar värme som motsvarar den aktuella utetemperaturen. För golvvärme  
i betong rekommenderas värmekurvorna 3-5, för golvvärme i trägolv värmekurva 5-7  
och för radiatorvärme värmekurva 7-9. Framledningstemperaturen kommer att svaja  
runt på båda sidorna av det teoretiskt önskade värdet. Ifall framledningstemperaturen är  
för låg, räknar styrsystemet gradminuter. Detta betyder att värmeproduktionen går igång  
då gradminuterna faller till inställt värde. Ifall värmesystemet innehåller flera kompres-  
sorer, kommer dessa att gå igång i steg. Ifall inte en kompressor orkar lyfta framled-  
ningstemperaturen till önskat värde, och samtidigt gradminuterna till 0, går den andra  
kompressorn igång. Värmeproduktionen kan alltså ske med en eller flera kompressorer.

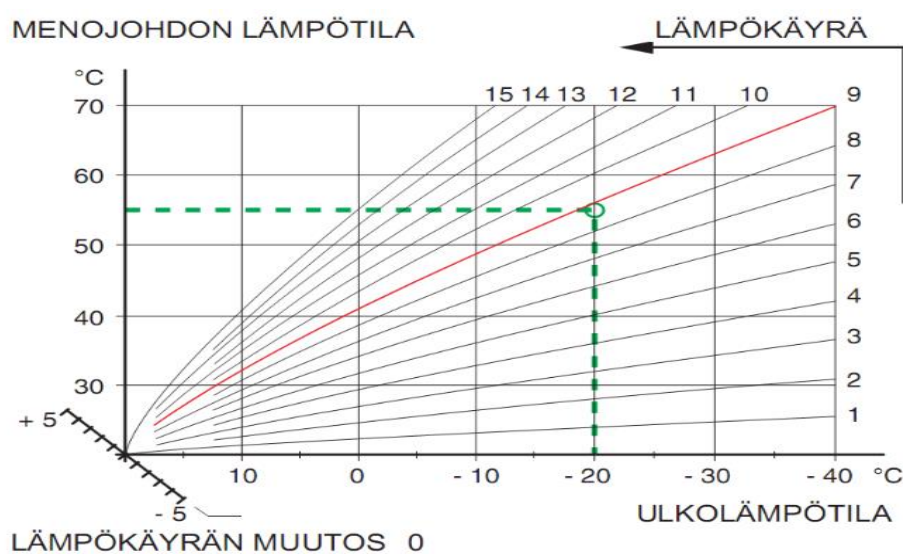


Bild 15. Värmepumpens värmekurva.[8]

Värmekurvan kan ändras mellan lägena 1 och 15. Dessutom kan förskjutningen ändras  
från - 5 till + 5. X-axeln är utetemperaturen i °C och y-axeln är framledningstemperatu-  
ren i °C.

För att kompressorn i värmepumpen skall få tillräckligt långa gångtider behövs det ofta  
en bufferttank i värmesystemet. En tumregel är att värmesystemet behöver 10-20 liter

vattenvolym per kompressor effekt i kW. Eftersom de flesta värmesystemen inte når denna rekommendation, kan man öka på volymen med en buffertank. På sommaren när de flesta värmekretsarna är stängda och bara golvvärmen i badrummet behöver värme, ökar bufferttanken på volymen och uppehåller flödet i systemet. Bufferttanken minskar också på knäppningar, som orsakas av termisk expansion, i radiatorsystem. Ifall värmepumpen är dimensionerad till deffekt och man använder el som tilläggs effekt, kan el motstånden integreras i bufferttanken.

### 4.3 Varmvattenproduktion

För att en värmepump med flytande kondensering skall klara av att göra varmvatten, krävs det en växelventil. För varje kompressor som gör varmvatten behövs det en egen växelventil. Växelventilens uppgift är att växla värmen som kommer från värmepumpen mellan varmvattnet och värmesystemet. Värmepumpen prioriterar produktionen av varmvatten. Uppvärmning av tappvattnet startar när varmvattengivaren har fallit till inställt värde. Varmvattenproduktionen stoppas när valda vattentemperaturen i beredaren har uppnåtts. I varmvattenberedaren monteras det oftast en eller flera elmotstånd. Vid tillfälligt större behov att varmvatten hjälper elmotstånden till med produktion av varmvatten. Man kan även ställa in automatiken så att elmotstånden höjer temperaturen i varmvattenberedaren exempelvis en gång per två veckor, för att eliminera risker för legionella bakterier.

För att nå den bästa verkningsgraden i värmesystemet används en skild spetsberedare med elmotstånd, som sköter om varmvattencirkulationen ifall sådan finns. Ifall varmvattencirkulationen kopplas till en värmepumps varmvattenberedare, kommer skiktningen i beredaren att försvinna, som leder till en sämre laddningseffekt. Cirkulationskretsen har en värmeförlust på ungefär 15-30 kWh/brm<sup>2</sup> per år. Som temperaturskillnad mellan cirkulationskretsen retur och det varma vattnet kan man använda sig av 5 °C (50 °C – 55 °C).[9] Spetsberedarens storlek samt elmotstånd måste dimensionera så, att de klarar av dessa värmeförluster.

## 4.4 Tillbehör och utökande funktioner

Varje fastighet är unik, så värmesystemet måste planeras enligt fastighetens behov. För att nå dessa behov finns det olika tillbehör som man använder sig av. Oftast finns det färdiga tillbehörspaket som innehåller allt man behöver från automatik till ventiler. Tillbehörspaket kan till exempel vara pooluppvärmning. Automaten styr en skild växelventil som sedan styr flödet mellan värmesystemet och pooluppvärmningen. [10]

Vissa värmepumpar har även Smart Price Adaption som en utökande funktion. Med hjälp av Smart Price Adaption, även kallad SPA, kan man sänka på sin värmepumps elförbruknings samt minska på sitt eget koldioxidavtryck. SPA utnyttjar sig av den Nordiska elhandelsbörsen Nord Pool. Elpriset ändras ständigt varje timme beroende på efterfrågan samt utbudet. Den timbaserade prislistan för kommande dags elpriser, publiceras varje dag ungefär klockan 14:00 på Nord Pool. Konsumenten får alltså vet när elpriset är högt respektive lågt. Värmepumpen optimerar värme- samt varmvattenproduktionen enligt elpriset. När priset är lågt värmer värmepumpen lite mera, så den kan jobba mindre då priserna är höga. Enligt NIBE kan man inbespara ungefär 5-10 % av uppvärmningskostnaderna. För att kunna använda NIBE SPA behöver man en fjärravläsbar elmätare samt ett konto på NIBE Uplink. [11]

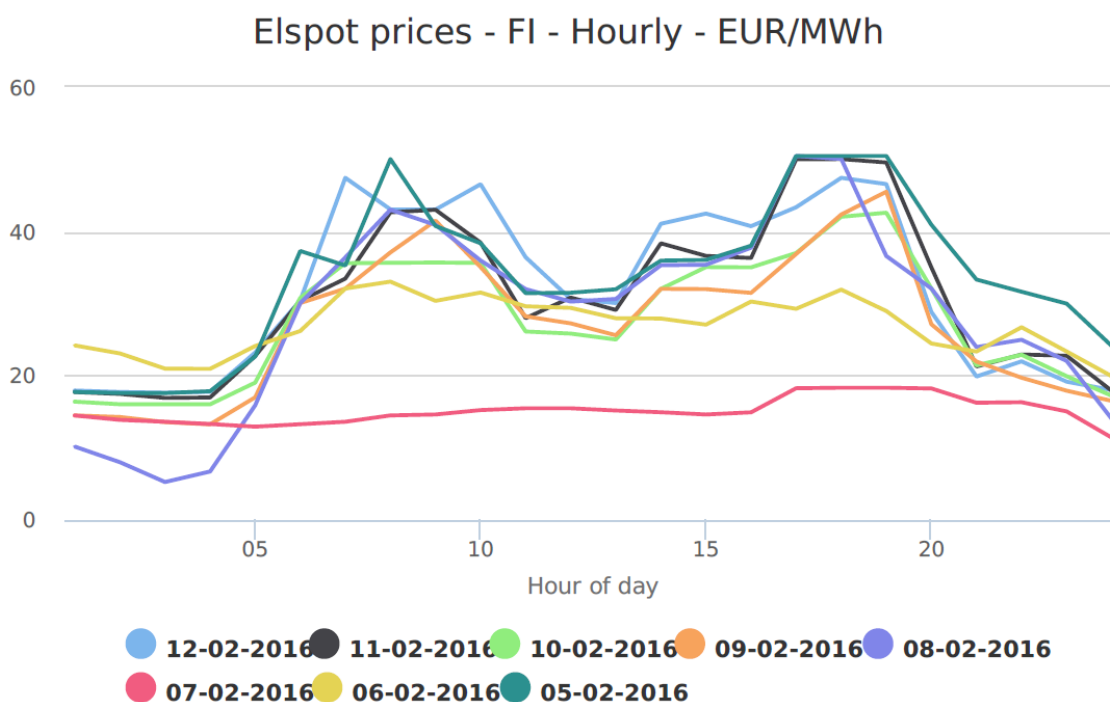
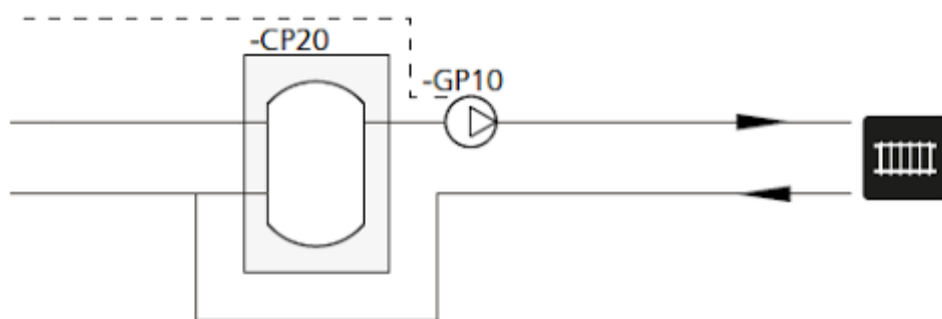


Bild 16. Elspotpriser i Finland under 8 dagar i februari.

## 5 VÄRMEPUMPSBEREDARE

### 5.1 Bufferttank

Då man har ett värmepumpssystem installeras oftast också en bufferttank till systemet. Orsaken varför man använder en bufferttank är för att få större vattenvolym i värmesystemet samt för att få ett jämt flöde i systemet. Bufferttanken ligger mellan värmepumpen och fastighetens vattenburna värmesystem. Det förekommer olika bufferttankar på värmepumpsmarknaden och de kan kopplas på olika sätt.



*Bild 17. Principschema med bufferttank mellan värmepumpen och fastighetens värmesystem. [21]*

I större fastigheter, där man oftast dimensionerar värmepumpen till deffekt, behövs det oftast en relativ stor tilläggseffekt. Ifall man väljer att inte använda sin gamla energikälla till exempel oljepanna som tillsatsenergi, monteras ofta elmotstånd in i bufferttanken. Fördelen med denna montering är att man inte behöver en skild elpanna, utan man har allt i ett och samma paket. I fastigheter där det tekniska utrymmet är litet, kan detta vara en stor fördel. Dessa bufferttankar har oftast färdiga hål för elmotstånd, och man kan därmed välja lätt motståndens effekt och antal, baserat på tilläggseffektbehovet.

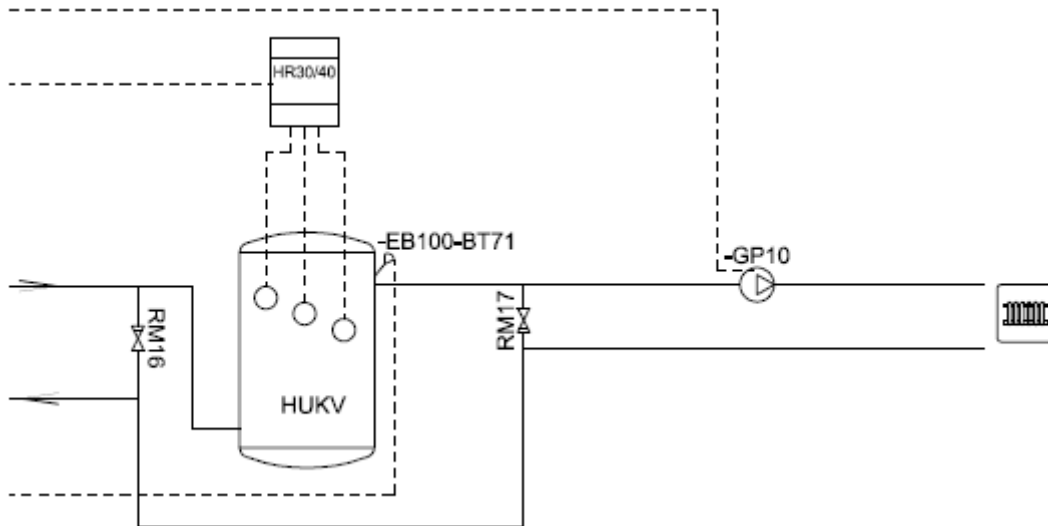


Bild 18. Principschema för en bufferttank med integrerade el motstånd. [21]

Det förekommer även bufferttankar där man kan utnyttja solenergin. Det kan antingen vara en kopparspiral inne i bufferttanken eller en plattvärmeväxlare mellan solpanelerna och bufferttanken. En blandning av glykol och vatten cirkulerar i ett slutet system mellan solpanelerna och bufferttanken, som överför sin värmeenergi till tanken. Som bäst fungerar solvärmern då den får jobba mot kalla temperaturer och därför befinner sig oftast solslingan i nedre delen av bufferttanken. Hur stor kopparslingan i bufferttanken skall vara, baserar sig på tankens storlek samt flödet i solvärmekretsen.

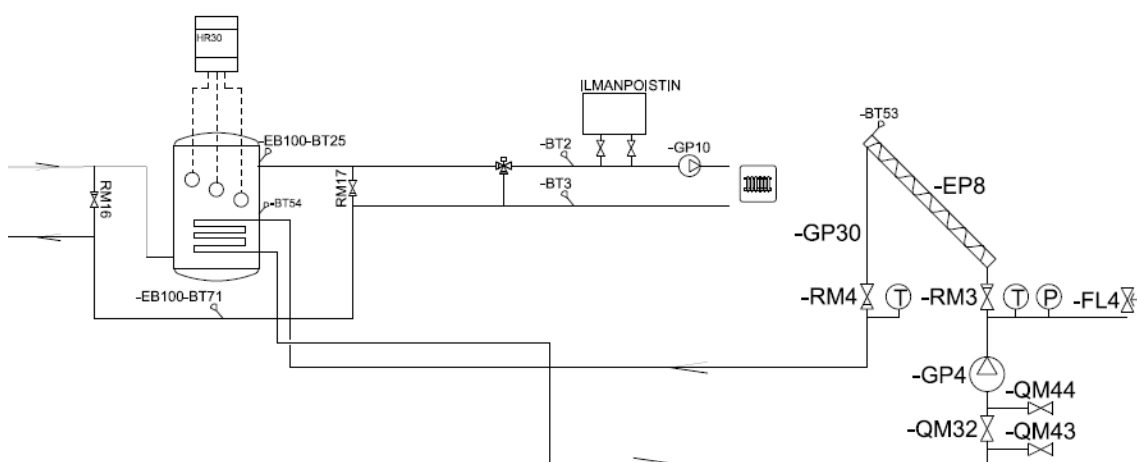
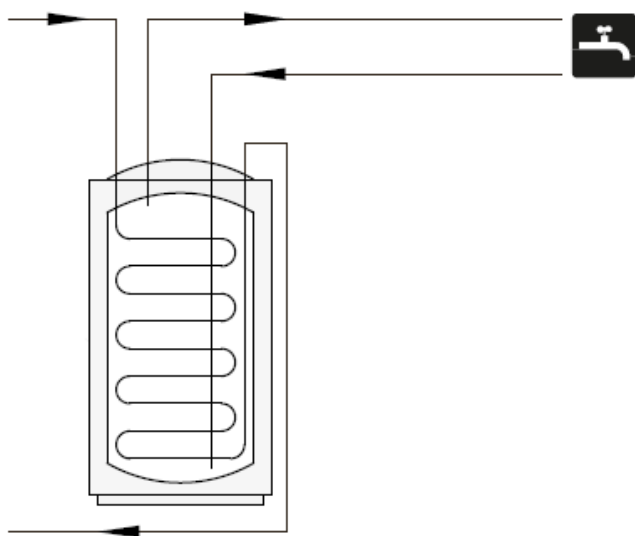


Bild 19. Principschema för en bufferttank med solslinga.

## 5.2 Varmvattenberedare

Beredare som endast används för varmvatten kan uppvärmas på tre olika sätt. Varmvattenberedaren kan innehålla en laddslina som värmer upp vattnet i beredaren. Den andra typen av varmvattenberedare är dubbelmantlad, där värmen överförs från den yttre manteln till den inre. Varmvattenberedaren kan också laddas via en värmeväxlare, men detta system är mer ovanligt.

När man värmer beredaren med en värmepump är det viktigt att välja rätt storlek på värmepumpen. Ifall vattenvolymen i beredarna blir alltför stor jämfört med värmepumpens effekt, tar tappvarmvattenproduktionen för länge, och beredaren blir aldrig tillräckligt varm. Om man väljer för liten beredare, får värmepumpen inte tillräckligt lång gångtid. Detta kan skada kompressorn i värmepumpen.



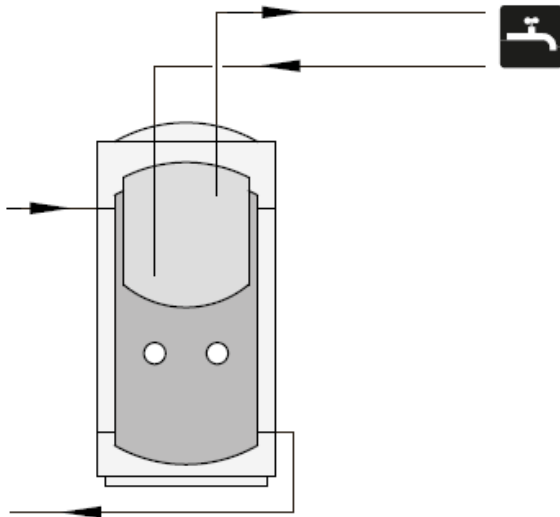
*Bild 20. Kopplingsprincip för en tappvattenberedare med laddslina. [21]*

Varmvattenberedare med laddslina används till fastigheter med stort varmvattenbehov. Storleken på beredaren varierar från 500 till 1000 liter. Beredarna kan parallellkopplas då man behöver en större varmvattenvolym.

Då man laddar beredaren med en värmepump är temperaturerna i varmvattenladdningen



oftast 60/50 °C. För att få en bra skiktning i beredaren kopplas laddningens framledning i övre delen av beredaren. Kallvattnet kopplas in i nedre delen. När beredaren värms upp stiger det varma vattnet till beredarens övre del varifrån man tar ut det varma vattnet. Ifall man vill säkra varmtappvattenproduktionen kan man installera ett elmotstånd i nedre delen av beredaren. Elmotståndet kan även användas till periodisk höjning av varmvattnet. Det finns varmvattenberedare som har ett motstånd i övre delen av beredaren. Då kan man koppla varmvattencirkulationen till varmvattenberedaren istället för att ha en skild elberedare. Elmotståndet lyfter på temperaturen i övre delen av beredare där cirkulationen kopplas in.



*Bild 21. Kopplingsprincip för en dubbelmantlad varmvattenberedare. [21]*

Dubbelmantlade varmvattenberedaren innehåller två olika vattenutrymmen. Den inre är innehåller varmtappvattnet och den yttre vattenvolymen värmer man. Rörslutningarna är liknande som på en varmvattenberedare med laddslina. Framledningen från värmepumpen kopplas in till övre delen av beredaren och returen tas från beredarens nedre del. Det varma tappvattnet tas från den inre vattenvolymens övre del och kallvattnet kommer in till vattenvolymens nedre del. En elmotståndsplats ligger i nedre delen av varmvattenberedaren.

Den dubbelmantlade varmvattenberedaren är mer vanlig att användas inom mindre

fastigheter, då man utnyttjar den yttre vattenvolymen som bufferttank. Ifall man använder beredaren i större fastigheter, finns det oftast en skild bufferttank, så beredaren behövs endast till varmvatten. Då laddar värmepumpen hela beredaren med fast kondensering.

Den största storleken på dubbelmantlade varmvattenberedaren i NIBEs produktsortiment är 450/300. 450 står för varmvattenvolymen i liter och 300 för den yttre vattenvolymen.

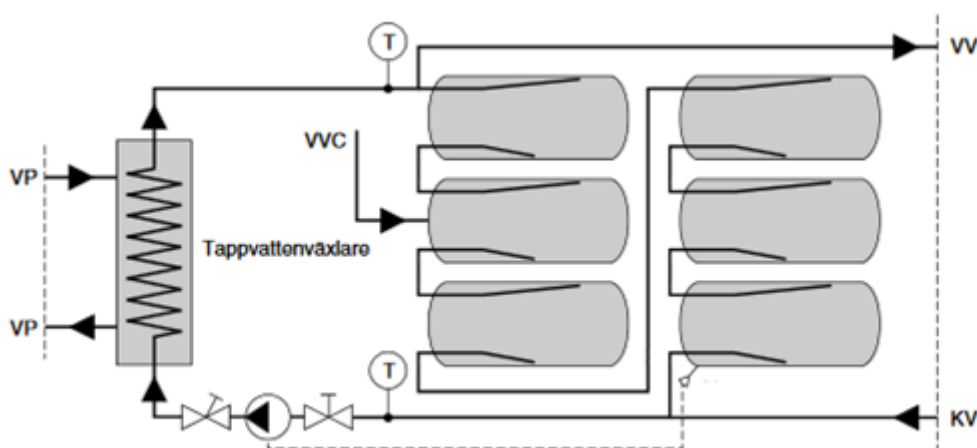


Bild 22. Kopplingsprincip för ett större varmtappvattensystem med värmväxlare. [22]

Då man har en fastighet där små vattentappningar och större och längre tappningar kombineras, är varmtappvattensystemet med värmväxlare ett bra alternativ. En fastighet där dessa krav skulle uppfyllas kan exempelvis vara sporthallar eller skolor.

Då det inte finns någon varmtappvattenförbrukning laddas beredarna upp med värme. Värmepumpen hämtar värme till värmväxlaren och laddpumpen cirkulerar på tappvattennätet så att det kallaste vattnet laddas upp först.

Då det varma tappvattennätet används och varmvattenförbrukningen inte överskrider värmväxlarens kapacitet, används inte det tappvarmvatten som finns i beredarna, utan all varmtappvatten kommer från värmväxlaren. Då varmtappvattennätets förbrukning översti-

ger värmeväxlarens kapacitet används det varma tappvattnet som finns i den högsta beredaren och det kalla vattnet styrs till den lägsta beredarna. Då de största tappningarna tar slut laddas igen beredarna till maximal temperatur.

En beredares storlek är 500 liter och det går att koppla ihop flera ifall det finns behov av större volymer. Eftersom beredarna installeras vågrätt kan man nå en stor varmtappvattenvolym i annars små pannrum.

### **5.2.1 Elberedare**

Då fastigheten har varmvattencirkulation och man vill hålla värmepumpssystemets verkningsgrad så hög som möjlig, lönar det sig att använda en elberedare som spetsberedare. Förlusterna i varmvattencirkulationen värms upp med hjälp av ett elmotstånd istället för att värma den med värmepumpen. På så sätt kommer skiktningen i värmepumpsberedaren inte att försvinna. För att kunna dimensionera effekten på elmotståndet i spetsberedaren behöver man veta förlusterna i varmvattencirkulationen.

I större industrier där värmeeffekten är stor och varmvattenförbrukningen minimal är det ibland lönsamt att bara göra värme med värmepumpen. Då sköter man varmtappvattenproduktionen med en elberedare. Exempelvis behöver en 60 kW's värmepump med två kylmoduler en 1000 liters varmvattenberedare för att laddeffekten skall vara passlig. Om industrierhallen endast har några wc:n är det en onödigt stor investering att skaffa en 1000 liters varmvattenberedare.

## **5.3 Andra beredare**

Ifall man har en hetgasvärmepump behöver man också en hetgasberedare. Med hjälp av hetgasvärmeväxlaren kan man ta tillvara högre temperaturer jämfört med en vanlig värmepump. Eftersom man får ut till och med 80 °C vatten kan man spetsa tappvarmvatten utan elmotstånd. Hetgasberedaren är oftast hybridberedare där man producerar både tappvarmvatten och värme till värmesystemet.

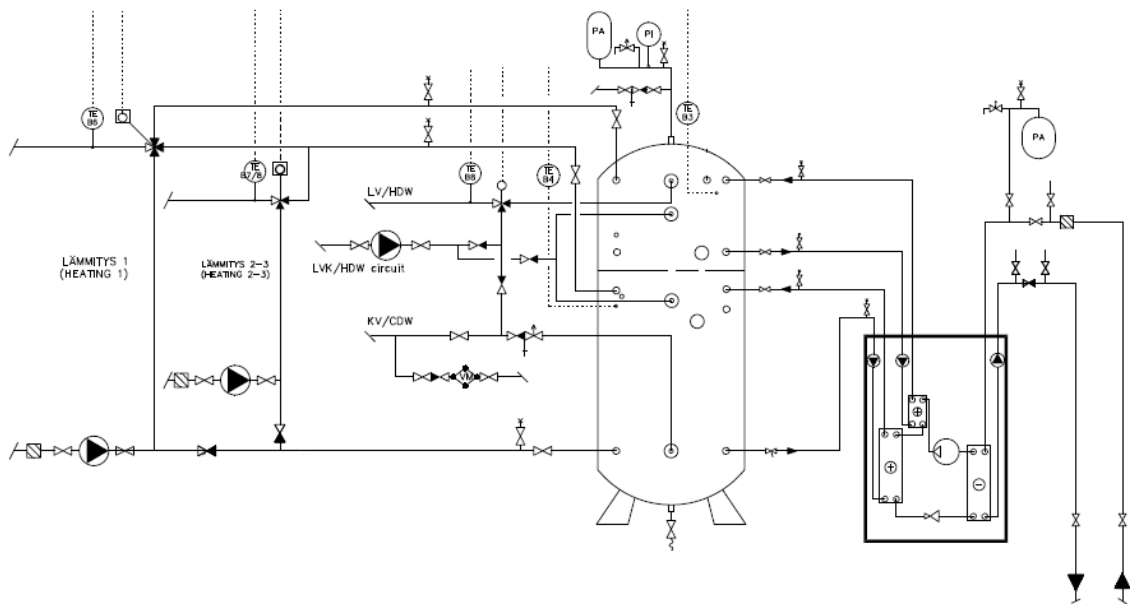


Bild 23. Principschema för en hetgasvärmepump och hetgasberedare. [26]

Värmen från hetgasvärmepumpen styr till övre delen av beredaren där tappvarmvatten produceras. Man kan använda cirka 20 % av effekten, som kompressorn producerar, i hetgasvärmepumpen. Resten av värmeenergin använder kondensorn till värmesidan. Det kalla tappvattnet förvärms i den nedre delen av beredaren och når sin slutliga temperatur i den övre delen av beredaren. Beredaren är separerad till två olika delar med hjälp av en hålblåt. Hålblåtens uppgift är skilja temperaturerna mellan värmesidan och varmvattensidan. [29]

Ifall man vill ladda värme i större beredare kan man använda sig av energiberedare. Beredarnas storlek kan variera mellan 500 och 5000 liter beroende på energi- och effektbehovet i fastigheten. Energiberedaren fungerar som en ackumulatortank där värmepumpen laddar tanken. Värmepumpssystemet kan endera ha en eller två energiberedare. Ifall man har två beredare är ena en värmeenergiberedare och den andra är för tappvarmvatten. Till större energiberedare är det lätt att koppla fast solvärme.

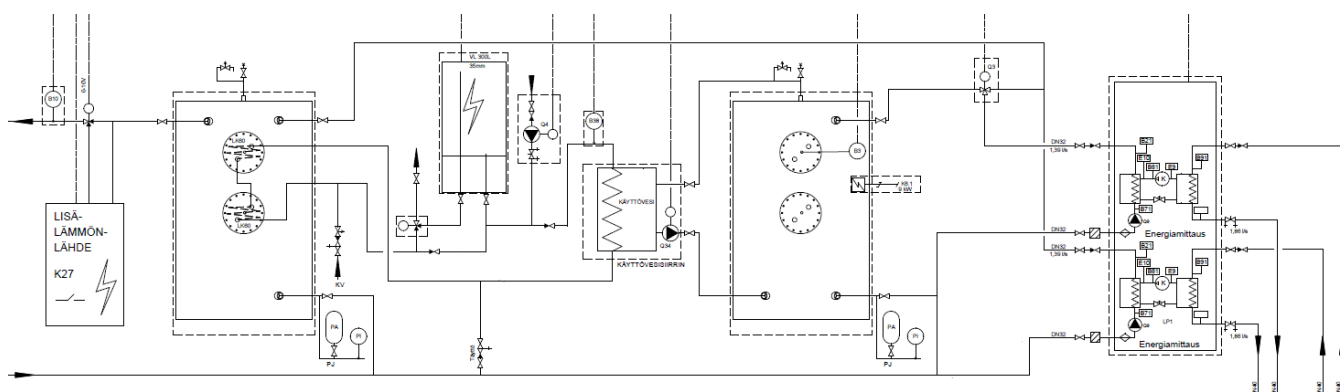


Bild 24. Principschema för en värmepump med två energiberedare. [27]

Värmepumpen laddar endera värmeenergi-beredaren eller tappvarmvattenberedaren. Tappvarmvattnet förvärms i värmeenergi-beredaren med hjälp av två värmeslingor. Det varma tappvattnet går vidare till en värmeväxlare, som värms upp av vattnet i tappvarmvattenberedaren, var vattnet når den slutliga temperaturen. Varmvattencirkulationen sköts av en skild elberedare.

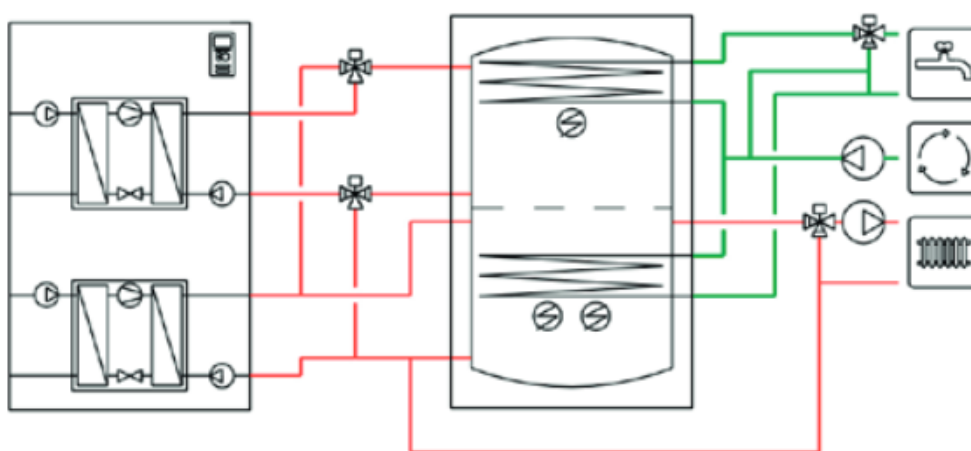


Bild 25. Förenklat principalschema för en värmepump med en energiberedare. [28]

För en mer kompakt installation kan man välja en energiberedare istället för två. Energi-beredaren är indelad i två skikt. Beredaren är separerad till två olika delar med hjälp av en hålblåt. Hålblåtens uppgift är skikta temperaturerna mellan värmesidan och varmvat-tensidan. Det varma tappvattnet förvärms i nedre delen av beredaren. I energiberedaren finns integrerade elmotstånd som sköter om tilläggsenergin.

## 6 SOLENERGI

Solenergi är en förnybar och gratis energikälla, som inte förorsakar utsläpp. När energibestämmelserna blir allt strängare, är det viktigt att kunna utnyttja så mycket solenergi som möjligt inom byggandet. I Finland kan man ta tillvara solenergi från mars till september. Mellan månaderna oktober och februari är det svårare att utnyttja solen eftersom den ligger väldigt lågt. 90 % av solenergin i södra Finland fås mellan mars och september. [19]

Större fastigheter kan använda solenergi endera aktivt eller passivt. Aktivt betyder att man tar tillvara solenergin med hjälp av ett system medan passivt inte behöver något system. Aktiva systemen är uppdelade i två olika kategorier, solet och solvärme.

### 6.1 Solet

Intresset för solet håller på att växa hela tiden, även hos större fastigheter. Solet har, som solvärme, solpaneler på taket men istället för att utnyttja solenergin till att värma vatten, använder man det till att producera elektricitet. Ett soletsystem behöver nästan inget underhåll och dessutom höjer systemet värdet på fastigheten.

Att producera solet baserar sig på att utnyttja den inkommande solstrålningen. Då solstrålarna träffar solcellerna så genererar de elenergi (likström), som sedan omvandlas till växelström med hjälp av en växelriktare.

De solceller som finns på dagens marknad är till största delen enkel- eller poly kristallina kiselcellpaneler. Verkningsgraden på dessa ligger mellan 15 – 25 % och panelernas verkningsgrad påverkas även av utetemperaturen. Då panelernas temperatur blir höga, det vill säga speciellt på sommaren, försämras verkningsgraden. Detta är en negativ faktor i tanke på att solstrålningen är som bäst på sommaren.

Före ett husbolag beslutar sig för att investera i solet finns det några saker som påverkar lönsamheten. Den geografiska positionen, taklutningen på fastigheten samt väderstreck är faktorer som påverkar lönsamheten. Även dimensioneringen av solcellspaketet kan

vara krävande då man inte riktigt vet vilken effekt som är mest optimal för just den fastigheten. I Finland har man som tumregel att för varje 1 kW solelseffekt får man ca 1000 kWh ut som elenergi. Ifall solcellspaketet producerar mera elenergi än fastigheten konsumerar, kan man sälja elen till nätverket. [23,24]

### 6.1.1 Solel i värmepumpssystem

Solcellspaket kan även utnyttjas i kombination med en värmepump. Istället för att använda soleleenergin till bostäders bruk, använder man istället elenergin till värmepumpens elbehov. Man kan med andra ord använda den egna producerade soleleenergin till värmepumpens kompressorer eller exempelvis till värmepumpens cirkulationspumpar.

Effekt på solcellspaket (kW)	Yta (m <sup>2</sup> )	Antal paneler	Producerad energi (kWh)
2	13	8	~ 1995 kWh
3	19,5	12	~ 2995 kWh
5	32,5	20	~ 4995 kWh
10	61,8	38	~ 9485 kWh
20	130	80	~ 19970 kWh
31	198,5	122	~ 30450 kWh
49	312	192	~ 47920 kWh

Tabell 2. Producerad soleleenergi beroende på solcellseffekten. [25]

Som man ser i bild 23, så behöver större solcellspaket relativt stora ytor för panelerna. I exempel dimensioneringen [bilaga 1], där den årliga köpta elenergin för värmepumpen är 63275 kWh, skulle man täcka ungefär en tredjedel av värmepumpens elbehov ifall man skulle installera ett 20 kW solelspaket.[25]

## 6.2 Solvärme

Solenergin kan användas till uppvärmning av tappvatten eller så kan man styra värmen till värmesystemet. För att ta tillvara värmen behövs det en eller flera vätskeburna solfångare. Som värmebärare används oftast en blandning av vatten och glykol, som cirkulerar i solfångaren med hjälp av en cirkulationspump. Värmen som binder sig till vätskan överförs till en beredare med en slinga eller en värmeväxlare, beroende på hurdant system man har valt att använda.

Problemet med solvärme är att det finns som mest energi att ta tillvara då behovet är som minst. Därför är det mer vanligt att tillföra värmen till bruksvattnet istället för värmesystemet eftersom varmt tappvatten också behövs på sommaren.

Solfångarna installeras på ett så soligt ställe som möjligt på taket, väggen eller marken så att rörinstallationen blir lätt att utföra. För att få den maximala nyttan ur solfångarna riktas de mot söder. Lutningen på fångarna skall vara mellan  $30^\circ$  -  $60^\circ$ . I installationen måste man också tänka på vintern och på snön. Man måste lätt komma åt solfångarna för att kunna putsa dem från snö. [19]

### 6.2.1 Typer av solfångare

Det finns två olika typer av solfångare, plana solfångare och vakuumrörsolfångare. Plana solfångare är uppbyggda som en låda. Lådan innehåller en kollektorspiral, som oftast är gjort av koppar. Under kollektorspiralen finns isolering för att minska på värmeförluster. Rörspiralen är täckt med en selektiv absorberplåt som suger upp värmeenergi utan att avge värme. Som yttersta lager på den plana solfångaren finns det ett härdat glas som skyddar rörslingan och absorberplåten från vind och vatten. Stagnationstemperaturen, då vätskan inte flödar och det inte finns värmeförluster, för plana solfångare är  $170 - 180^\circ\text{C}$ . Fördelar med plana solfångare är att de tål de finska klimatförhållanden bättre än vakuumrörssolfångare.

En vakuumrörsolfångare innehåller flera vakuumrör. Rören är uppbyggda som en termosflaska, alltså två rör med vakuum i mellan. Det yttre röret släpper igenom värmen och det inre röret absorberar värmen. Vakuumrörsolfångarens stagnationstemperatur kan nå en temperatur på  $230 - 250^\circ\text{C}$ , alltså temperaturen på luften som finns mellan rören. I det inre röret finns en kopparslinga som innehåller en glykol och vattenblandning. Värmen överförs till värmebäraren och samtidigt kyls luften i vakuumröret. Värmen förs vidare till tappvattenberedaren eller bufferttanken i värmesystemet. Fördelar med vakuumrörsolfångare är att den inte är lika beroende av strålningens riktning som plana solfångare på grund av den runda konstruktionen. Vakuumrörsolfångare kan därför mer effektivt ta tillvara solenergin. [19]



### 6.2.2 Solvärme i värmepumpssystem

Solvärme kan lätt kopplas ihop med värmepumpssystemet. Vissa större värmepumpsföretag har även ett brett urval med solfångare. När alla komponenter kommer från samma tillverkare är automatiken lätt att installera, så att allting fungerar tillsammans. Automatiken i värmepumpen styr solvärmens med hjälp av tillbehörskort. Under sommarmånaderna kan kompressorn vila när solfångarna producerar tillräckligt med effekt för att täcka varmvattenproduktionen. Mängden solfångare planeras enligt beredarens storlek samt varmvattenförbrukningen. Varje solfångare har egen teknisk data men som ett medeltal kan man räkna med att plana solfångare producerar cirka 400 kWh/m<sup>2</sup>/år värmee energi och vakuumrörsolfångare cirka 500 kWh/m<sup>2</sup>/år. I större fastigheter med större tak area är det vanligt att installera minst 10 solfångare. Ifall solfångarna tar tillvara mera värme än vad det tillfälliga behovet är, kan man överföra värmen till borrhålen. När temperaturen i borrhålet stiger når man en högre verkningsgrad med värmepumpen. [20]

## 7 PRINCIPSCHEMAN OCH VAL AV BEREDARE

Då större fastigheter, det vill säga radhus, höghus och industrifastigheter, bestämmer sig för att skaffa en värmepump eller byta ut sin nuvarande värmekälla till en värmepump, förekommer det oftast frågor om hur helheten skall se ut för värmepumpssystemet. Val av beredare, både till värmesidan och tappvatten sidan, kan vara krävande då det finns flera olika beredare på värmepumpsmarknaden. Det mest optimala valet av beredare är svårt att fastställa, eftersom alla värmepumpsförsäljare offererar det som de själva ser att är den bästa lösningen för fastigheten.

Nedan har vi gått igenom exempellösningar för tre stycken olika fastigheter; ett mindre radhus, ett höghus samt en industrihall. Syftet med dessa exempel är att visa hur man kan välja olika beredare och system baserat på hurdan typ av fastighet det är frågan om. I exemplen har vi använt oss av NIBE:s produkter.

### 7.1 Exempelbyggnad 1

Fastigheten är ett mindre radhus. Allmän fakta om radhuset:

- Sanering
- 6 stycken lägenheter
- Yta: 480 m<sup>2</sup> / Volym: 1300 m<sup>3</sup>
- 12-15 personer
- Normalt varmvattenbehov
- Nuvarande energikälla: Olja

Två exempellösningar:

- 1) Bergvärmepump med energiberedare
- 2) Bergvärmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank, där oljepannan blir kvar som tillsatsenergi.

## Värmepump med energiberedare.

Då detta är en relativt liten fastighet, är en energiberedare ett alternativ. Energiberedaren består av två delar; en arbetstank och en varmvattenberedare. Elmotstånd i arbetstanksdelen sköter om tilläggsenergin som fastigheten behöver under de kallaste dagarna under året, och elmotstånden i varmvattensdelen sköter om spetsandet av varmvattnet. I detta fall behövs det inga andra beredare. Ifall fastigheten bestämmer sig för att välja denna lösning är det viktigt att värmepumpsleverantören får tillräckligt med uppgifter om varmvattencirkulationens flöden, så att man dimensionerar rätt beredarstorlek samt storlek på varmvattenslingorna.

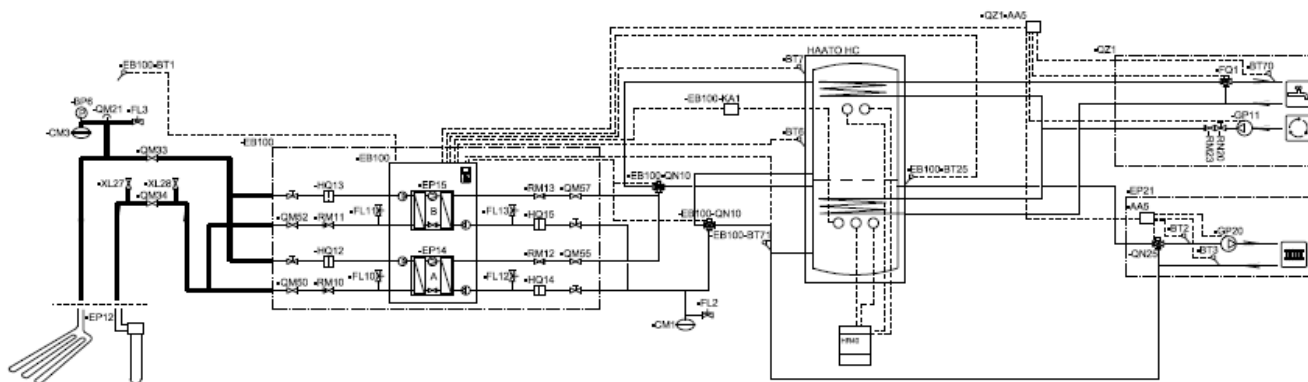


Bild 26. Principschema för värmepump med energiberedare.

## Värmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank, där oljepannan blir kvar som tillsatsenergi.

Till denna fastighet går det även att ha skilda beredare för tappvattnet och värmesidan. På tappvattensidan laddar värmepumpen varmvattenberedaren med en laddslina och för att spetsa varmvattnet skulle man även installera en spetsberedare för tappvattnet. En passlig storlek på tappvattenberedaren för denna fastighet skulle kunna vara 500 liter och för spetsberedaren 300 liter. På värmesidan blir den nuvarande oljepannan kvar som shuntstyrd tillsatsenergi och arbetstanken sköter om att fastigheten har tillräckligt stor vattenvolym i värmesystemet samt en jämn temperatur. Bufferttankens storlek väljs enligt värmepumpsstorleken.

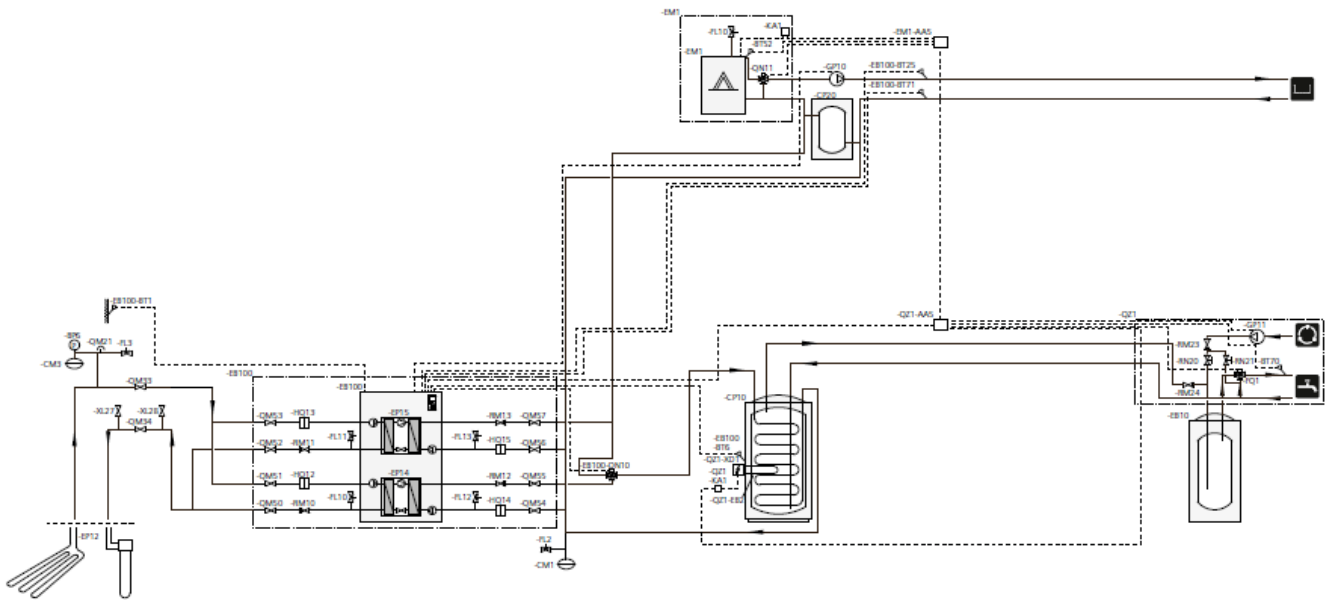


Bild 27. Principschema för värmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank.

## 7.2 Exempelbyggnad 2

Fastigheten är ett höghus. Allmän fakta om höghuset:

- Sanering
- 40 stycken lägenheter
- Yta: 2400 m<sup>2</sup> / Volym: 6700 m<sup>3</sup>
- 70 -80 personer
- Normalt varmvattenbehov
- Nuvarande energikälla: Fjärrvärme
- Frånluftsmängd: 0,95 m<sup>3</sup>/s

Två exempellösningar:

- 1) Bergvärmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank, där integrerade el-motstånd i bufferttanken sköter tilläggsenergin.
- 2) Frånluftåtervinning med värmepump och fjärrvärme blir som tillsatsenergi

## Värmepump med skild tappvattenberedare och bufferttank, där integrerade elmotstånd i bufferttanken sköter tilläggsenergin.

En fastighet, som för tillfället har fjärrvärme som energikälla, kan välja ifall de vill göra tillsatsenergin med elmotstånd eller låta fjärrvärmen sköta det. I större fastigheter blir oftast tilläggseffekten ganska stor, vilket resulterar i en större tilläggsenergi. Ifall fjärrvärmepaketet inte är så gammalt, och i tanke på att fjärrvärmeenergin är relativt billig, så är det till och med lönsamt att hålla kvar fjärrvärmepaketet på sidan av värmepumpssystemet. Ifall tilläggsenergin är liten är det mer lönsamt att låta elmotstånd sköta den.

I detta exempel, där det bor 70-80 personer, är tappvattenbehovet relativt stort. Varmvattenproduktionen sköts av värmepumparna som laddar två 1000 liters varmvattenberedare med laddslingsor. Elberedaren spetsar varmvattnet.

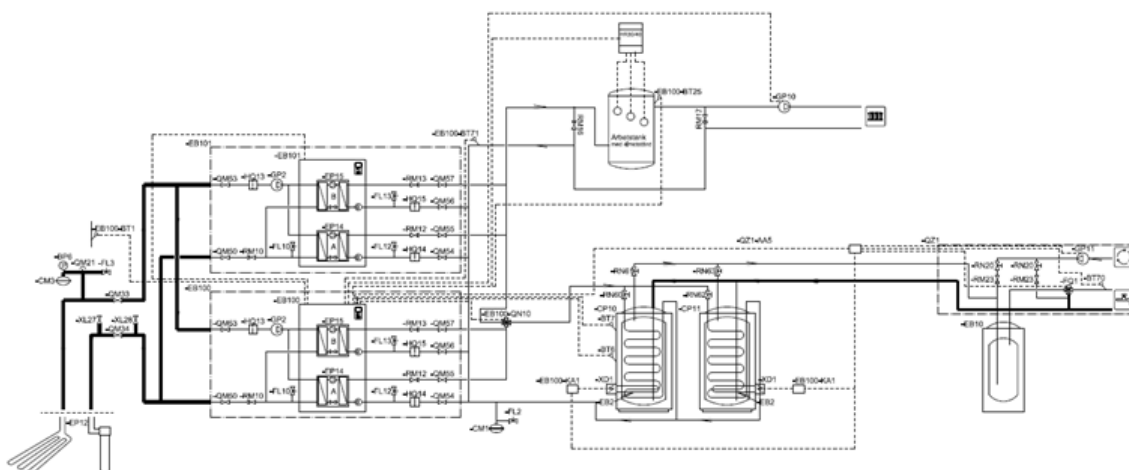


Bild 28. Principschema för ett större värmepumpssystem.

## Frånluftsåtervinning och fjärrvärme blir som tillsatsenergi.

Fastigheten kan även välja att återvinna värmeenergin ur frånluften. Då behövs det inga borrhål utan endast ett aggregat på taket, som hämtar den uppvärmda vätskan ner till värmepumpen. Med detta system kan fastigheten sänka sin köpta fjärrvärmeenergi med över 40 %. Tilläggsenergin sköter det nuvarande fjärrvärmepaketet. I detta fall behövs ingen elberedare på tappvarmvattensidan, utan fjärrvärmen spetsar tappvarmvattnet.

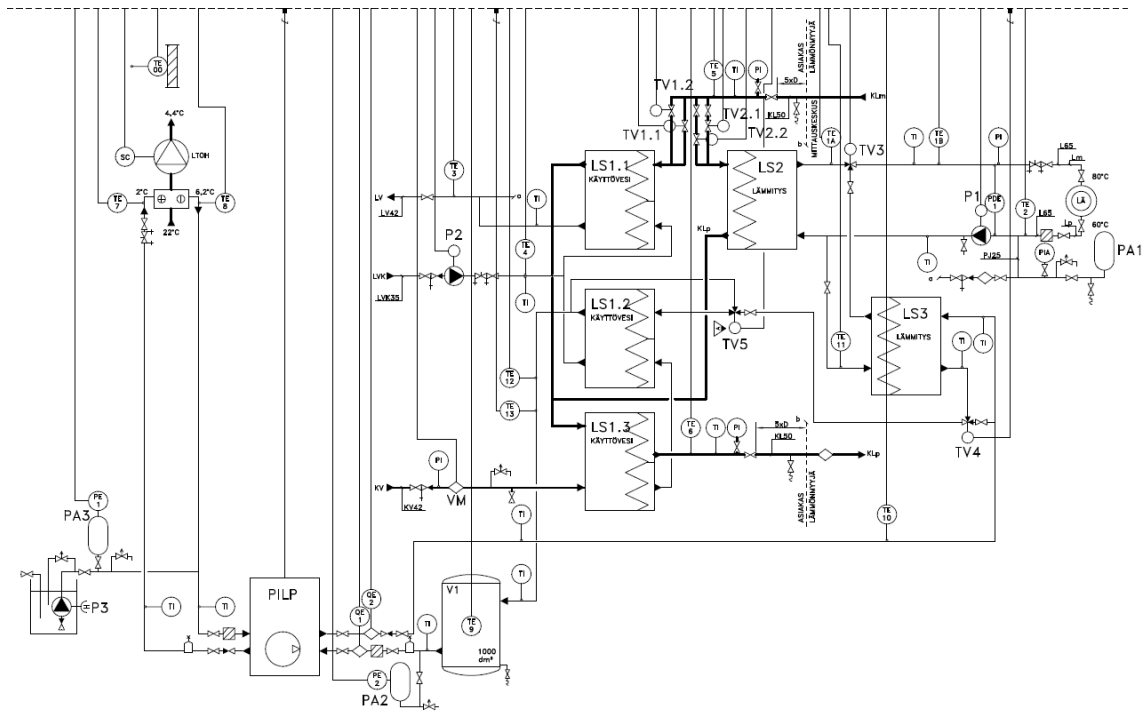


Bild 29. Principalschema för en frånluftsvärmepump tillsammans med fjärrvärme

### 7.3 Exempelbyggnad 3

Fastigheten är en industrihall. Allmän fakta om industrihallen:

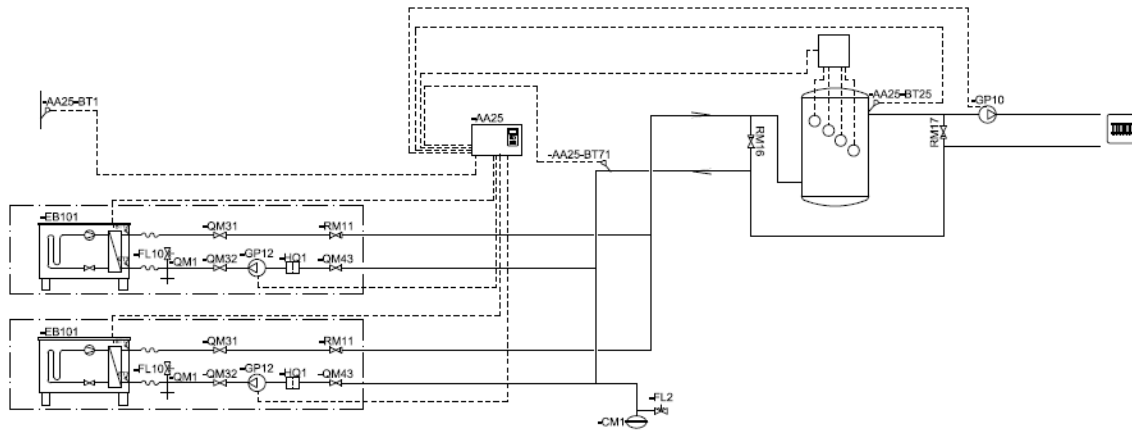
- Nybygge
- Yta: 700 m<sup>2</sup> / Volym: 3500 m<sup>3</sup>
- Litet varmvattenbehov

Två exempellösningar:

- 1) Luft/vatten värmepump med skild bufferttank, där integrerade elmotstånd i bufferttanken sköter tilläggsenergin. På grund av litet varmvattenbehov, kan en elberedare sköta varmvattenproduktionen.
- 2) Två bergvärmepumpar, där den ena värmepumpen har en integrerad varmvattenberedare, så att ingen skild varmvattenberedare behövs. Som tilläggsenergi elmotstånd i bufferttanken.

### **Luft/vatten värmepump med skild bufferttank, där integrerade elmotstånd i bufferttanken sköter tilläggsenergin.**

Ett alternativ för denna industrihall är att använda en luft/vatten värmepump. Inga borrhål krävs och systemet skulle bestå av två ute enheter och en bufferttank med elmotstånd. Då varmvattenbehovet i denna hall är litet, kan en elberedare sköta varmvattenproduktionen.



*Bild 30. Principschema för två luft/vattenvärmepumpar som endast producerar värme.*

### **Två bergvärmepumpar, där den ena värmepumpen har en integrerad varmvattenberedare, så att ingen skild varmvattenberedare behövs. En elpanna sköter om tilläggsenergin.**

Denna industrihall kan även använda bergvärme som energikälla. Istället för att använda en bergvärmepump med hög effekt, kan man istället använda en bergvärmepump med mindre effekt och kombinera denna med en annan mindre värmepump som har en integrerad varmvattenberedare. Då sköter bergvärmepumparna om både värmesidan och varmvattensidan och ingen skild varmvattenberedare behövs. Ifall tilläggs effekten överstiger den mindre pumpens kapacitet, måste man tillsätta en elpanna i värmesystemet.

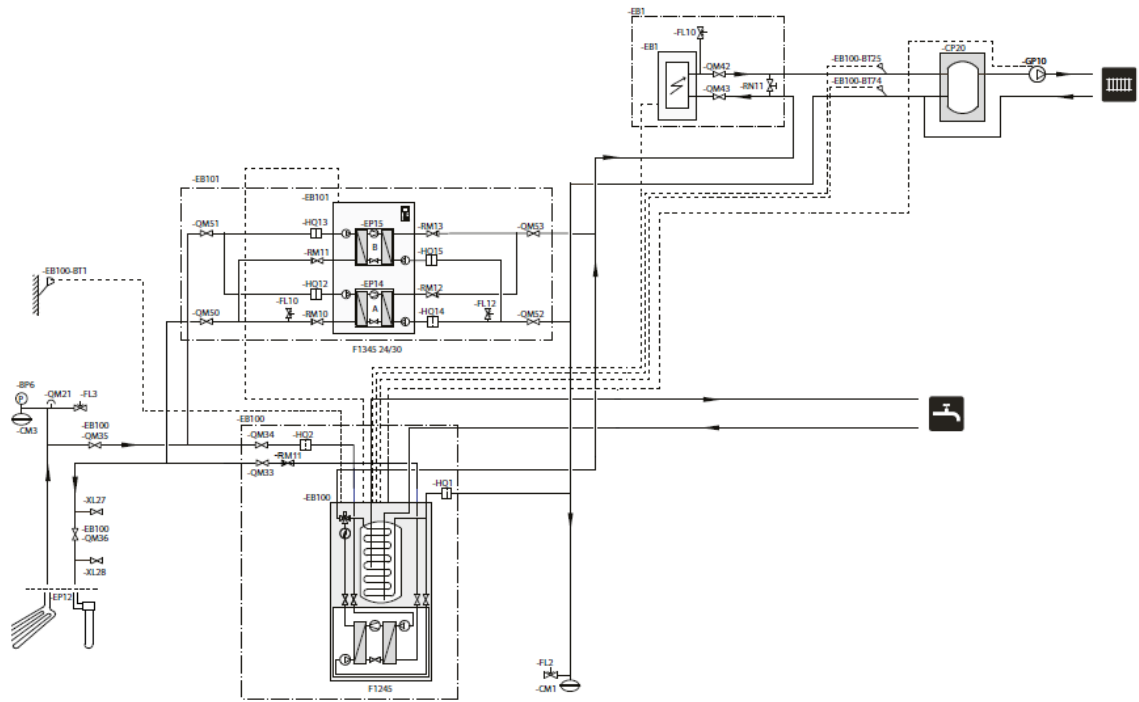


Bild 31. Principschema för ett värmepumpssystem för industrihallar.



## 8 BOSTADS AB STALLBACKEN

Stallbacken Bostads Ab ligger i Virkby, södra Finland. Höghuset är byggt år 1975 och har en bostadsyta på 1875 m<sup>2</sup> och bostadsvolym på 8640 m<sup>3</sup>. Totalt finns det 24 bostäder på tre våningar. År 2014 bytte man ut sitt föråldrade fjärrvärmepaket till jordvärme.

Den första värmepumpsdimensioneringen gjordes i slutet april 2014. Den grundade sig på en angiven fjärrvärmeförbrukning på 420 MWh varav 75 MWh gick åt att värma tappvattnet. Detta gav en topp effekt på 150 kW.

Som värmepumpsleverantör valde man NIBE Energy Systems Oy. Installationen samt borrhningen av energibrunnarna utfördes av Tom Allen Oy. Totalt borrade man 10 stycken 214 meters borrhål på framgården av fastigheten och följande produkter installerades:

- 2 x NIBE F1345-60 bergvärmepump
- 1 x HUKV 1000 bufferttank med 4 x 12 kW elmotstånd
- 2 x VPB 1000 varmvattenberedare med 2 x 9 kW elmotstånd i båda beredarna

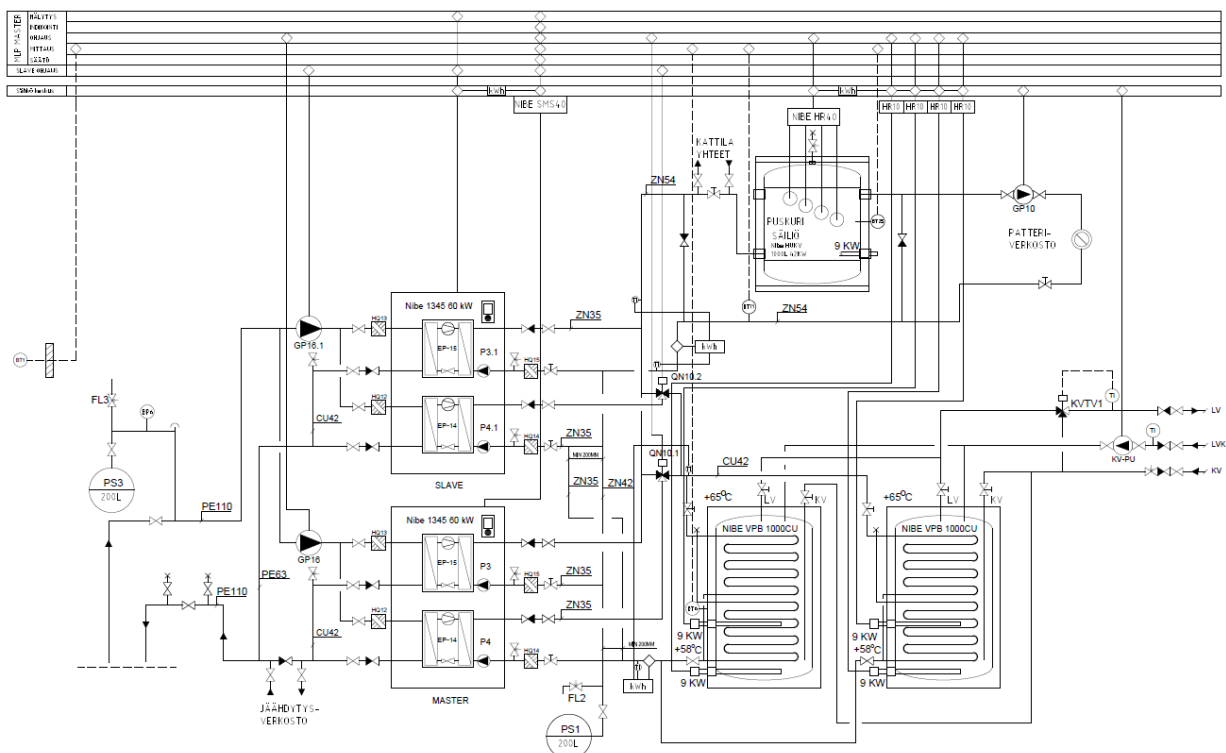
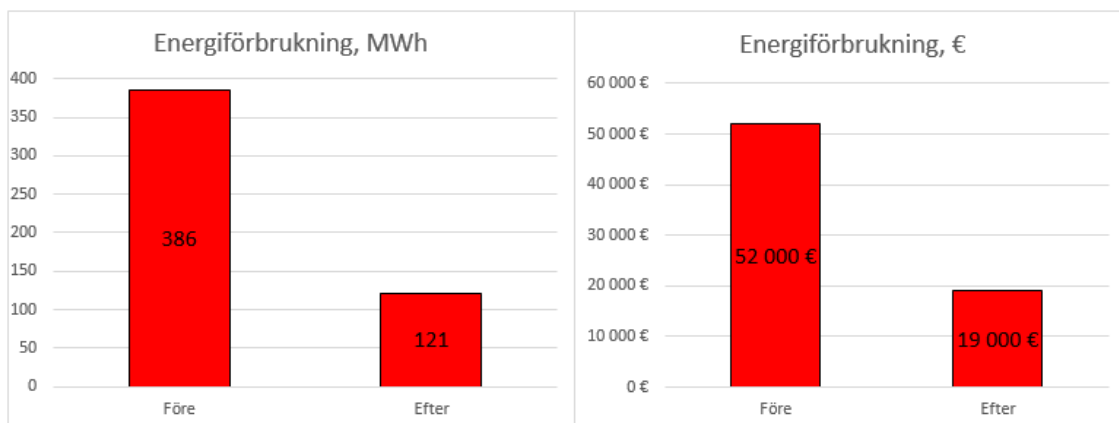


Bild 32. Principschema för Stallbackens jordvärmesystem

Installationen av det nya värmesystemet kostade 181 600 €. Efter ett helt år med det nya värmepumpssystemet har man kunnat räkna en realistisk återbetalningstid.



*Bild 33. Energiförbrukning i Stallbacken.*

I beräkningarna har man använt pris som man fått av husbolaget.

Mellan åren 2009 och 2013 var den genomsnittliga fjärrvärmeförbrukningen 386 MWh. Med dagens fjärrvärmepris i Virkby, motsvarar detta ca 52 000 € per år. Efter jordvärmeinstallationen har man kommit ner till en förbrukning på 121 MWh. Den inköpta energin har fallit med ca 68 % jämfört med medeltalet på förbrukningen på de senaste 5 åren. I pengar betyder detta att man sparar nästan 33 000 € per år. Återbetalningstiden på investeringen blir då ca fem och ett halvt år. Återbetalningstiden påverkas också av hur stränga vintrarna blir de kommande åren.



*Bild 34. Bostads Ab Stallbacken*

## KÄLLOR

1. Miljöministeriet, *Finlands byggbestämmelsesamling D1 Vatten- och avloppsin-  
stallationer för fastigheter*. 2007. Hämtad: 13.1.2016
2. Miljöministeriet, *Finlands byggbestämmelsesamling D3 Byggnaders energipre-  
standa*. 2012. Hämtad: 15.1.2016
3. Miljöministeriet, *Finlands byggbestämmelsesamling D2 Byggnaders inomhuskli-  
mat och ventilation*. 2012. Hämtad: 20.1.2016
4. [http://www.porvoo.fi/se/service/byggande\\_och\\_planlaggning/byggande/lov\\_for\\_byggande/atgardstillstand/jordvarme](http://www.porvoo.fi/se/service/byggande_och_planlaggning/byggande/lov_for_byggande/atgardstillstand/jordvarme) Hämtad: 11.2.2016
5. Miljöministeriet, *Ympäristöopas 2013 Energiakaivo – Maalämmön hyödyntämi-  
nen pientaloissa*. 2013. Hämtad: 11.2.2016
6. <http://www.nibe.fi/Tuki/Energiamerkinnaat/> Hämtad: 15.2.2016
7. Robert Bosch Oy / Bosch Thermotekniikka, Pasi Ervasti, *Maalämpöpumpun os-  
tajan opas*. 2015. Hämtad: 11.1.2016
8. NIBE Energy Systems Oy, *NIBE MLP-OPAS 1135-4*, Hämtad: 5.2.2016
9. Miljöministeriet, *Finlands byggbestämmelsesamling D5 Beräkning av byggnad-  
ers energiförbrukning och uppvärmningseffekt*. 2007. Hämtad: 5.2.2016
10. NIBE Energy Systems Oy, *NIBE F1345 Dynaaminen kytkentäperiaate  
M11292fi*, 2015, Hämtad: 20.1.2016
11. [http://www.nibe.fi/upload/haato/NIBE\\_SPA%20pilvipalvelu\\_tie-  
dote%2028%201%202015.pdf](http://www.nibe.fi/upload/haato/NIBE_SPA%20pilvipalvelu_tiedote%2028%201%202015.pdf) Hämtad: 11.2.2016
12. Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG om upprättande av en ram  
för att fastställa krav på ekodesign för energirelaterade produkter. 2009. Hämtad: 10.3.2016
13. <http://alltomfgas.se/koldmedietabell> Hämtad: 24.3.2016
14. [http://eur-lex.europa.eu/legal-con-  
tent/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517&from=SV](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517&from=SV) Hämtad: 24.3.2016
15. <http://st1maalampo.fi/maalampo/maalampopumppu-toiminta/> Hämtad: 30.3.2016

16. <http://www.nibe.fi/Kiinteistolampopumput/Maalampopumput/Mitoituslomake/Kaavio---viilennystehot/> Hämtad: 30.3.2016
17. <https://www.polarpumpen.se/varmepumpar> Hämtad: 30.3.2016
18. NIBE Energy Systems Oy, *NIBE Kiinteistölämpöpumput M11184-5*, Hämtad: 31.3.2016
19. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet) Hämtad: 13.4.2016
20. [http://www.energiakauppa.com/epages/energiakauppa.sf/fi\\_FI/?Object-Path=/Shops/2014082005/Categories/Aurinkolaempoe/Aurinkokeraein/Teho\\_ ja\\_ tuotto11413289651556](http://www.energiakauppa.com/epages/energiakauppa.sf/fi_FI/?Object-Path=/Shops/2014082005/Categories/Aurinkolaempoe/Aurinkokeraein/Teho_ ja_ tuotto11413289651556) Hämtad: 13.4.2016
21. <http://www.nibe.se/nibedocuments/18262/M11292-5.pdf> Hämtad: 15.4.2016
22. NIBE Ab, *Akkumulatortank för tappvarmvatten i flerfamiljshus PBD SE 0601-1*, Hämtad: 31.3.2016
23. <http://www.motiva.fi/aurinkosahko> Hämtad: 15.4.2016
24. <http://www.nibe.fi/tuotteet/aurinkosahko/aurinkosahko/> Hämtad: 15.4.2016
25. NIBE Energy Systems Oy, *Suuret kiinteistöt KLTO seminaari*. Hämtad: 15.4.2016
26. Lämpöässä Oy, *Erillisvaraajat Lämpöässä maalämpöpumpuille*. Hämtad: 20.4.2016
27. Gebwell Oy, *Mallikaavio Arcada, Heikki Immonen*. Hämtad: 20.4.2016
28. NIBE Energy Systems Oy, *Haato HC tuoteseloste*
29. [http://oilon.com/uploadedFiles/OilonHome/Materials/Oilon\\_Geopro\\_SH\\_FI.pdf](http://oilon.com/uploadedFiles/OilonHome/Materials/Oilon_Geopro_SH_FI.pdf) Hämtad: 20.4.2016

# BILAGOR

## Bilaga 1.



ASENTAJA

New installer 1

### MUISTIINPANOJA

Examensarbete

### Laskelmasta

*Energialaskelma perustuu lämpöpumpun standardien mukaisiin testiarvoihin ja arvioon laitteen käyttöympäristöstä ja -tavasta rakennusmääräysten mukaisissa sääolosuhteissa. Lopullisessa asennuksessa energiankulutus vaihtelee sääolosuhteiden, rakennuksen ja lämmitysjärjestelmän toteutuksen ja käytön mukaan ja voi siten poiketa laskelmasta. Lisätietoja saat joko ottamalla yhteyttä tai vieraillemalla [www.nibe.fi](http://www.nibe.fi).*

Ystävällisin terveisin,

ASIAKAS

## ENERGIALASKELMA

### KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	210000 kWh/year
- josta käyttöveden osuus	30000 kWh/year
Lämmityksen apulaitteet	3982 kWh/year
Lämmitystehontarve	76,0 kW

### LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia	63275 kWh/year
-------------	----------------

### SÄÄSTÖT

Energiansäästö	150707 kWh/year
CO2 säästöt	29497 kg/vuodessa

### SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	5,0 °C
Mitoitettava ulkolämpötila, MUT	-26,0 °C

### RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

Sisälämpötila	21,0 °C
Tilojen lämmitys pysähtyy	17,0 °C
LJ meno MUT:ssa	60 °C
LJ paluu MUT:ssa	40 °C

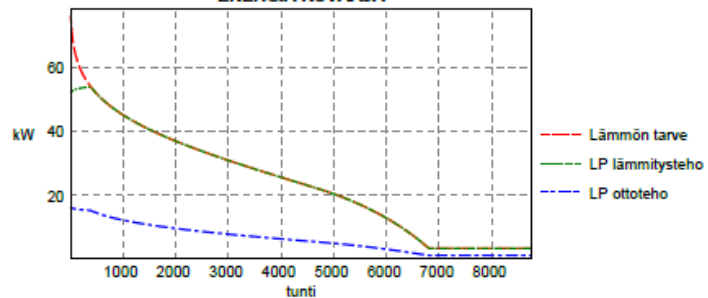
### NIBE LÄMPÖPUMPUN MALLI

NIBE F1345-60	1 kpl
---------------	-------

### ENERGIALASKENNAN TULOKSET NIBE F1345-60

LP:n tuottama energia	206963 kWh/year
LP:n kuluttama energia	59478 kWh/year
Lisäenergia, netto	3037 kWh/year
Lisäenergia, brutto	3037 kWh/year
Lämmityksen kiertopumppu	761 kWh/year
Muulla kuin LP:llä lämmitetty käyttövesi	0 kWh/year
Energianpeitto	99 %
Vuosilämpökerroin, netto	3,5
Vuosilämpökerroin, brutto	3,3
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	52,0 kW
Ottoteho MUT:ssa	16,2 kW
Laskennallinen lisäteho	24,0 kW
Tehopeitto	68 %

### ENERGIA KUVAAJA



### ENERGIKAIVO

Aktiivinen porausvyvyys	1085 m
Energian otto	140 kWh/m
Tehon otto	38 W/m
Lambda kallio	3,0 W/mK
Tulevan keruuliuksen keskilämpötila	-0,5 °C



**ENERG** Y IJA  
енергия · ενεργεια IE IA

**NIBE**

NIBE F1345-60



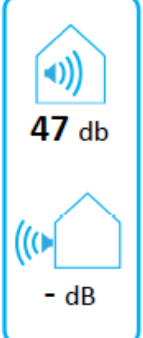
55 °C

35 °C



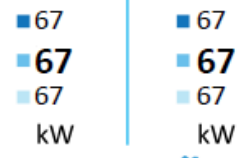
**A++**

**A++**



47 db

- dB



67  
**67**  
67  
kW

67  
**67**  
67  
kW



2015

811/2013




# ENERG


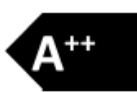
енергия · ενέργεια







**NIBE**

NIBE F1345-60

 35 °C

- + 
- + 
- + 
- + 





















# ENERG



енергия · ενεργεια





**NIBE**


NIBE F1345-60


 55 °C

+ 

+ 

+ 

+ 

























Toimittajan nimi:	NIBE		
Malli:	NIBE F1345-60		
Lämpötilasovellus:	Matala (35 °C)	Keski (55 °C)	
Vedenlämmityksen ilmoitettu kuormitusprofiili:			
Tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuusluokka keskimääräisessä ilmastossa:	<b>A++</b>	<b>A++</b>	
Vedenlämmityksen energiatehokkuusluokka keskimääräisessä ilmastossa			
Nimellislämpöteho (Pdesign), keskimääräisessä ilmastossa:	67	67	kW
Vuosittainen tilalämmityksen energiankulutus, keskimääräisessä ilmastossa:	30 174	38 048	kWh
Vedenlämmityksen energian kulutus keskimääräisessä ilmastossa			
Tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus keskimääräisessä ilmastossa:	176	138	%
Vedenlämmityksen energiatehokkuus keskimääräisessä ilmastossa			
Äänitehotaso sisällä:	47		dB
Nimellislämpöteho (Pdesign), kylmässä ilmastossa:	67	67	kW
Nimellislämpöteho (Pdesign), lämpimässä ilmastossa:	67	67	kW
Vuosittainen tilalämmityksen energiankulutus, kylmässä ilmastossa:	34 918	43 924	kWh
Vedenlämmityksen energian kulutus kylmässä ilmastossa			
Vuosittainen tilalämmityksen energiankulutus, keskimääräisessä ilmastossa:	19 396	24 446	kWh
Vedenlämmityksen energian kulutus keskimääräisessä ilmastossa			
Tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus kylmässä ilmastossa:	181	142	%
Vedenlämmityksen energiatehokkuus kylmässä ilmastossa			
Tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus lämpimässä ilmastossa:	177	138	%
Vedenlämmityksen energiatehokkuus lämpimässä ilmastossa			
Äänitehotaso ulkona:	-		dB

**Lämmönsäätölaitteen tiedot:**

Lämmönsäätölaitteen luokka:	II		
Vaikutus energiatehokkuuteen:	2,0		%

Tilalämmitys

Järjestelmän lämpötila					Matala (35 °C)	Keski (55 °C)	
Prated:					67	67	kW
Lämpöpumpun tilalämmityksen energiatehokkuus:					176	138	%
Lämmönsäätölaite				Luokka II	2,0	2,0	%
Lisäkattila	Hyötysuhde, %	Prated / (Prated + Psup)	Varastosäiliö	II			
	-	-		-	-	-	%
Aurinkolämmön osuus:	Keräimen pinta-ala, m <sup>2</sup>	Säiliön tilavuus, m <sup>3</sup>	Keräimen hyötysuhde, %	Säiliön luokka			
	-	-	-	-	-	-	%
Kokoonpanon tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus keskimääräisessä ilmastossa					<b>178</b>	<b>140</b>	%
Kokoonpanon tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuusluokka keskimääräisessä ilmastossa					<b>A+++</b>	<b>A++</b>	
Kokoonpanon tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus kylmässä ilmastossa					183	144	%
Kokoonpanon tilalämmityksen kausittainen energiatehokkuus lämpimässä ilmastossa					179	140	%