

Spetsvärme till passivhus

– En studie i tre olika uppvärmningssystem



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygghälsa/Byggproduktion**

Examensarbete:
Fredrik Nilsson
Fredrik Olsson

© Copyright Fredrik Nilsson, Fredrik Olsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2009

Sammanfattning

Spetsvärme till passivhus.

Detta arbete redovisar information och beräkningar över hur passivhusen i Björka 16:1 i norra Helsingborg kan värmas med fjärrvärme, värmepump eller elpanna. Detta arbete kan användas som inspiration till framtida projekt gällande passivhus, då denna marknad i dagens Sverige ännu inte är särskilt stor.

Helsingborgshem har för avsikt att bygga 36 hus med fjärrvärme som det valda uppvärmningssystemet. Med detta i åtanke jämför denna uppsats skillnader mellan fjärrvärme och de andra systemen som alternativ.

Huvudtanken med detta arbete har varit att genom översiktliga beräkningar och uppskattningar göra en investeringsbedömning och visa vilket system som är mest lönsamt ur en ekonomisk synpunkt. Arbetet tar även upp relevanta fakta angående driftshanteringen av de olika systemen och problemen de medför för den boende.

Utöver detta ingår en intervju med Patrik Håkansson som arbetade med passivhus i Glumslöv för att undersöka om det finns något av intresse att ta med sig från tidigare erfarenheter. Patrik förklarade hyresgästens roll i passivhusets funktion. Om inte hyresgästen förstår principen bakom passivhus så är det troligt att det inte fungerar som det borde och behöver mer extern uppvärmning än vad som var tänkt.

Beräkningarna visade att fjärrvärme inte är det mest ekonomiska systemet för ett bostadsområde med så pass lågt energibehov. Bergvärmepump var på lång sikt det mest ekonomiska alternativet. Det är dock helt upp till de inblandade intressenterna att välja uppvärmningssystem då samtliga system har för- och nackdelar.

Nyckelord: Passivhus, fjärrvärme, värmepump, elpanna och investeringsbedömning.

Abstract

Backup heating for passive houses.

This paper consists of information and calculations considering the possibility for the passive houses in Björka 16:1 in north Helsingborg to be heated by district heating, heat pump or an electric boiler. This paper can be used as an inspiration for future projects considering passive houses, as the market for such houses is tiny in Sweden today.

Helsingborgshem has the intention of building 36 houses with district heating as the chosen heating system. With this in mind this paper investigates differences between district heating and the other systems as alternatives.

The main thought behind this work was to by rough calculations and assumptions make a weighted average cost of investment and show which system works best out of an economic point of view. This paper also brings up relevant facts considering management of the different systems and the problems they may cause for the tenant.

Additionally, there is an interview with Patrik Håkansson who worked with the passive houses in Glumslöv to investigate if there is anything of interest to consider from previous experiences. Patrik explained the tenants role into the functionality of passive houses. If the tenant doesn't understand the principle behind passive houses it's probable that they won't work as they should and need more external heating than intended.

Calculations led to show that district heating is not the best economically suited system for a neighborhood with such low energyneeds. A heat pump was the better economical alternative over a longer span of time. It is however up to the involved parties to choose the heating system as all systems have their own good and bad points to them.

Keywords: Passive houses, district heating, heat pump, electric boiler and weighted average cost of investment.

Förord

Föreliggande examensarbete har uppstått ur skribenternas intresse för passivhus. Det faktum att Helsingborgs stad höll på att projektera de första av denna typ i staden gjorde att vårt arbete naturligt kom att handla om dessa. Vi var hela tiden väldigt intresserade av att göra en undersökning som utforskade möjligheterna att kombinera två eller fler olika energisystem.

För att hitta en lämplig handledare vände vi oss till stadens egenägda energileverantör Öresundskraft där vi fick kontakt med Anna Magnusson som arbetar med energitjänster. Med hjälp av Anna och Kristian Rönnbäck som jobbar som installationssamordnare för Helsingborgshem så kunde vi komma fram till de frågor vi ville besvara med detta arbete.

Vi vill framföra ett stort tack till:

Anna Magnusson, Öresundskraft, som tagit sig tid att hjälpa oss komma på rätt spår med våra beräkningar och alltid varit villig att hjälpa till när vi behövde svar på frågor.

Kristian Rönnbäck, Helsingborgshem, som har varit en enorm hjälp med att komma i kontakt med rätt personer.

Bodil Fritzon, Campus Helsingborg, som har varit en stor hjälp under arbetets gång.

Vi vill även passa på att tacka: Marcus Remmerfors (f.d. Avdelningschef för energirådgivning, Öresundskraft), Göran Nord (Nätplanerare, Öresundskraft), Martin Gardvik (NVS), Patrik Håkansson (Helsingborgshem) och Magnus Larsson (Nibe).

Vi vill också passa på att tacka alla andra som har visat intresse för vårt examensarbete och för det stöd och hjälp vi fått.

Helsingborg juni 2009

Fredrik Nilsson och Fredrik Olsson

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1 Grundläggande information | 5 |
| 1.1 Passivhus | 5 |
| 1.2 Uppvärmningssystem | 6 |
| 1.2.1 Fjärrvärme | 6 |
| 1.2.2 Värmepump | 8 |
| 1.2.2.1 Bergvärmepump..... | 8 |
| 1.2.3 Elpanna..... | 9 |
| 2 Fallstudie | 10 |
| 2.1 Björka 16:1 | 10 |
| 2.1.1 Beskrivning | 11 |
| 2.2 Helsingborgshem | 11 |
| 2.3 Öresundskraft | 12 |
| 3 Investeringsbedömning | 13 |
| 3.1 Val av beräkningsmetod | 13 |
| 3.2 Gemensamma faktorer | 14 |
| 3.2.1 Helsingborgshems investering | 15 |
| 3.2.1.1 Investering för fjärrvärme | 16 |
| 3.2.1.2 Investering för bergvärme | 16 |
| 3.2.1.3 Investering för elpanna..... | 17 |
| 3.3 Specifikt för uppvärmningssystem | 17 |
| 3.3.1 Kalkylering av system med fjärrvärme | 17 |
| 3.3.1.1 Öresundskraft..... | 17 |
| 3.3.1.2 Hyresgästen..... | 21 |
| 3.3.2 Kalkylering av system med bergvärmepump..... | 23 |
| 3.3.2.1 Hyresgästen..... | 24 |
| 3.3.3 Kalkylering av system med elpanna..... | 25 |
| 3.3.3.1 Hyresgästen..... | 26 |
| 4 Resultat av beräkningarna | 28 |
| 4.1 Öresundskraft | 28 |
| 4.2 Helsingborgshem | 28 |
| 4.3 Hyresgästen | 28 |
| 4.3.1 Fjärrvärme | 28 |
| 4.3.2 Bergvärmepump..... | 29 |
| 4.3.3 Elpanna..... | 29 |
| 4.4 Analys av resultat | 29 |
| 5 Tidigare erfarenheter | 30 |
| 5.1 Referensobjekt – Glumslöv | 30 |
| 5.2 Erfarenhetsåtervinning | 30 |
| 5.2.1 Intervju med Patrik Håkansson..... | 31 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 5.2.2 Analys av intervju | 34 |
| 6 Diskussion | 35 |
| 7 Slutsatser | 37 |
| 8 Källförteckning..... | 38 |
| 8.1 Tryckta källor | 38 |
| 8.2 Elektroniska källor | 38 |
| 8.3 Muntliga källor..... | 39 |

Bilagor

- Bilaga 1. Beräkningar för sekundärsystem för fjärrvärme.
- Bilaga 2. Elnätavgift för Öresundskraft
- Bilaga 3. Elpriser från Öresundskraft
- Bilaga 4. Karta över primärledningen för Öresundskraft, Björka 16:1.
- Bilaga 5. Rörläggningskostnad.
- Bilaga 6. Tariff för fjärrvärme, Öresundskraft.
- Bilaga 7. Tabell C: Nuvärdesummefaktor
- Bilaga 8. Energifberäkning för värmepump och elpanna

Inledning

Bakgrund

Området Björka 16:1 i norra Helsingborg ägs av Helsingborgshem som avser att bygga 8 stycken hus med sammanlagt 36 stycken lägenheter. Området har goda förbindelser med gång- och cykelvägar, stadsbussar och närhet till Ödåkra tågstation. Det är även nära till grön- och rekreationsområden samt ligger på gångavstånd från Väla köpcentrum.

Björka 16:1 skall bebyggas med energisnåla passivhus. Med hjälp av god isolering samt värme från solpaneler ska dessa hus kunna drivas på enbart kroppsvärme och värme som producerats av till exempel tv och datorn. Som komplement till detta uppvärmningssystem kommer det att behövas ett separat system för att värma upp vattnet samt möjlighet att ”spetsa” uppvärmningen. Detta ifall huset skulle stå tomt en längre tid eller under vintertid då behöver värmas upp till en acceptabel nivå. Till detta installeras ett värmebatteri i ventilationsaggregatet som skall kunna värma lägenheten snabbt. Värmebatteriet är kopplat på varmvattencirkulationen.

I dagens ekonomiska och ekologiska klimat är det viktigare än någonsin att noga överväga alla sina möjligheter vad det gäller uppvärmningssystem. Skillnaden mellan de olika systemen kan innebära mycket mer än bara några extra kronor sparade i månaden. Ur ett ekologiskt perspektiv är det idag inte acceptabelt att till exempel värma huset med en oljepanna. Då klimatet redan är förändrat för all framtid så är det oacceptabelt att inte tänka på miljön när man tänker på uppvärmning. Det finns även andra faktorer av intresse, såsom hur lättskött systemet är, hur mycket det kostar om något skulle gå sönder och behöver repareras.

Syfte och målsättning

Syftet med denna rapport är att vi ska undersöka de olika ekonomiska möjligheter och konsekvenser som de tre undersökta uppvärmningssystemen (fjärrvärme, värmepump och elpanna) innebär. Störst fokus kommer att läggas på fjärrvärme då det är vad som kommer att användas i Björka 16:1. Dessa beräkningar kommer att riktas mot olika aktörer, främst energileverantören (Öresundskraft), förvaltaren (Helsingborgshem) samt hyresgästen.

Utöver den ekonomiska aspekten tittar vi även på vilka bekymmer de olika systemen kan betyda för hyresgästen, ur en drift- och underhållssynpunkt.

Problemformuleringar

Vi vill ha svar på följande frågor i vårt arbete:

- Vilket är det mest fördelaktiga uppvärmningssystemet för de tre aktörerna för det aktuella området ur en ekonomisk synpunkt?
- Hur lång tid tar det innan Öresundskrafts investering för fjärrvärmesystemet har återbetalt sig?
- Vilka fördelar och nackdelar finns för de undersökta systemen?

Avgränsningar

Denna rapport är enbart relevant för Björka 16:1 då våra värden och faktorer av intresse är baserade på just detta område.

Metod

Denna rapport genomfördes till stor del med hjälp av efterforskningar av olika företags produkter och tjänster.

Från Helsingborgshem, stadens egenägda fastighetsföretag, tog vi del av grundläggande information om passivhusen i Björka 16:1 i norra Helsingborg och hur de tänkte utforma området. Via kontakt med ett flertal personer fick vi reda på kostnader för sekundärsystemet och allt som hör därtill. Vi fick ritningar över byggnaderna och information om tidigare projekt såsom passivhusen som byggdes i Glumslöv.

Genom stadens fjärrvärmeleverantör Öresundskraft fick vi information över hur fjärrvärmesystemet fungerar. Vi fick även information om formler och tariffer som vi behöver för att kunna utföra våra beräkningar. Vi fick dessutom en genomgång över hur deras kulvertsystem fungerar och hur man ansluter en ny kulvertledning till det befintliga primärnätet.

För information och hjälp angående våra två teoretiska uppvärmningsexempel blev vi rekommenderade att ta kontakt med Nibe. Från Nibe fick vi information över hur ett system med värmepump eller elpanna hade fungerat för vårt fall och vad som behövs för att dessa skulle kunna tillämpas till Björka 16:1. Vi gjorde även översiktliga beräkningar för att få fram vad dessa system teoretiskt skulle ha kostat.

Undersökningar på Internet gjordes för att hitta grundläggande information om de undersökta systemen.

Litteraturstudier angående investeringsbedömning görs för att kunna utföra beräkningarna.

Definitioner

För att förenkla för läsaren att läsa detta arbete har vi här sammanställt en lista över ord som vi anser kan behövas förklaras i djupare detalj.

| | |
|---------------------|--|
| Effektpris | Årligt pris för den beräknade toppvärmeeffekten. |
| Elpatron | Elpatronen består av en elslinga som värmer upp vattnet i en panna eller ackumulatortank |
| Flödespris | Kostnaden för den mängd vatten som transporteras förbi en viss punkt. |
| FTX-system | Ventilationssystem, mekanisk till- och frånluftssystem som återvinner värme. |
| Kalkylränta | En räntesats som är uppbyggd av olika delar. Till exempel räntan på det lånade kapitalet och den risk som är förknippad med en investering. |
| Kulvert | En underjordisk gång-, rör- eller ledningssystem. I detta fall används ett rörsystem. |
| Livscykelanalys | En metod som upprättar en helhetsbild över hur stor miljöpåverkan en produkt har, från råvaruutvinning till produktion och användning till slutligen avfallshantering, inklusive all transport och energianvändning i mellanleden. |
| Nuvärdesummeffaktor | Ett beräknat värde som speglar ränta och återbetalningstid för en investering. |
| Primärsystem | Benämning som används i fjärrvärmesammanhang för system mellan värmeverket och abonnentcentral. |

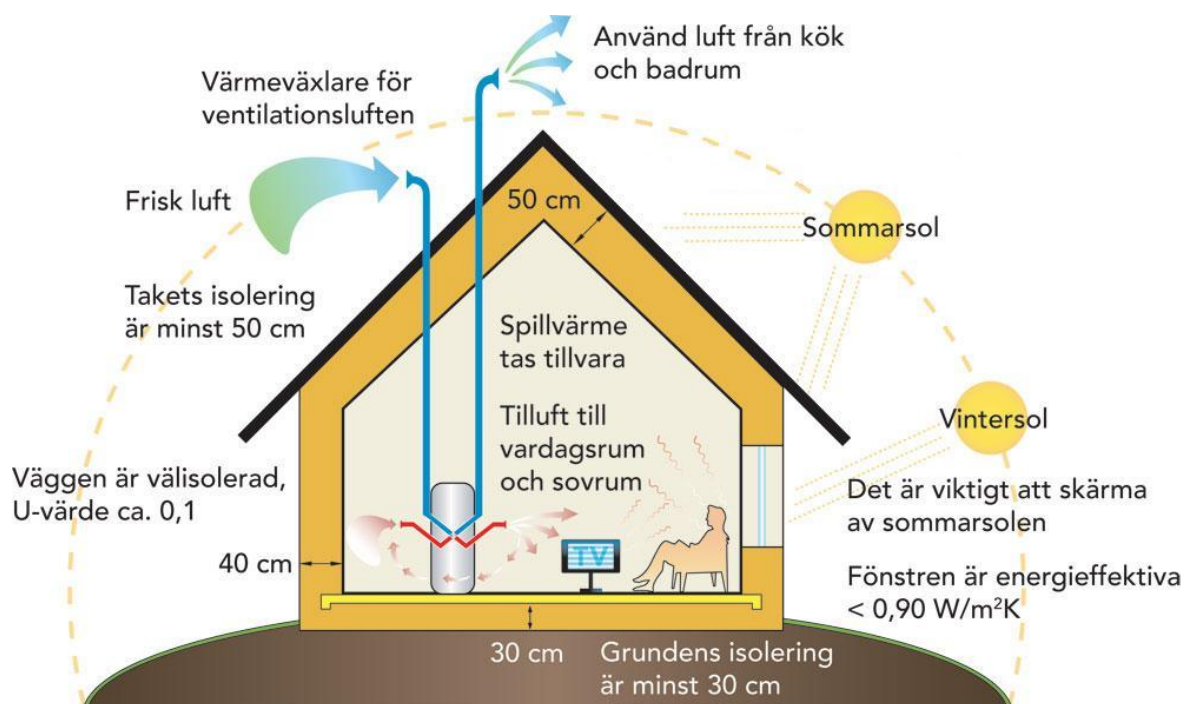
| | |
|----------------------|--|
| Schablonvärden | Uppskattade värden, gjorda efter erfarenhetsbedömningar. |
| Sekundärsystem | Det system som överför värmen från abonnentcentralen till de enskilda byggnaderna. |
| Snålspolande moduler | Kranar, toaletter, tvättmaskiner mm som använder minimalt med vatten med samma effekt som normala kranar mm. |
| Spetsväme | Värmesystem som endast används för att komplettera ett annat uppvärmningssystem. |
| Spillvärme | Restvärme från industri |
| Tariff | Synonym till pris lista |
| Toppvärmeeffekt | Den högst beräknade möjliga energianvändningen, till exempel en kall vinterdag när många duschar. |
| U-värde | Ett mått på hur mycket energi ett material släpper igenom. Ju lägre värdet är desto bättre isolering. |
| Värmebatteri | En tank som värms upp av varmvatten för att kunna agera som snabb uppvärmare om passivhuset stått tomt en längre tid. I detta fall en slinga som skall värma upp luften i lägenheten till en viss temperatur. |
| Värmeväxlare | Apparat som åstadkommer utbyte av värme mellan medier som har olika temperatur. I vårt fall är våra siffror baserade på att primärnätet kyls av med 50° i huvudcentralen (värmeväxlaren) då värmen överförs till sekundärsystemet. Med detta menas att fjärrvärmen har en temperaturskillnad på 50° i in/utledningarna. Denna skillnad beror på att vattnet värmts upp av fjärrvärmen. |

1 Grundläggande information

I denna del anger vi generell information om passivhus och de olika uppvärmningssystemen.

1.1 Passivhus

Ett passivhus är ett hus projekterat för att minimera behovet av ingående energi och att utnyttja värmen så mycket som möjligt. Detta innebär till exempel att väggar, tak och grund isoleras mer än normalt och att samtliga tappställen i huset har snålspolande moduler. (Passivhuscentrum 1, 2009)



*Bild 1. Principiell skiss över hur ett passivhus opererar.
(Passivhuscentrum 1, 2009)*

Bild 1 beskriver de grundläggande tankarna för ett passivhus. Utöver extraisolering och annan FTX-systemet så är den stora energispararen de boende då huset kommer att värmas upp av den energi som personer och apparater avger. Under sommaren kommer detta värmetillskott att räcka för att hålla huset uppvärmt men under vintern kan det komma att behöva tas hjälp av en alternativ energikälla. Det är viktigt att välja fönster och dörrar med låga U-värden för att minimera den värme som försvinner ut från huset.

Två av de viktigare punkterna för att skapa ett lyckat passivhus är att få huset lufttätt och att återanvändning av inneluftens värme fungerar bra.

Att göra huset helt tätt är ingen lätt uppgift men är en av de viktigaste delarna med passivhus. Svårigheten ligger i att håltagningar i ångspärren kan vara problematiska att undvika och att få tätt kräver precision och noggrannhet.

Den värme som oundvikligen går förlorad kommer att försvinna i ventilationen och avloppet. Det finns dock åtgärder att göra för att återanvända denna värme så långt det går. Ett FTX-system värmer upp den ingående luften med den utgående luften. Enkelt sagt så värmer man upp metallplattor med inneluft på vägen ut och dessa metallplattor värmer i sin tur upp den inkommande luften på så sätt att de två luftströmmarna inte möts (se bild till höger). Avloppssystemet kan dras en längre sträcka i grunden för att avge så mycket värme som möjligt.



Bild 2. Principiell figur över hur ett FTX-system fungerar.

1.2 Uppvärmningssystem

Tre olika uppvärmningssystem undersöks; fjärrvärme, värmepump och elpanna. Nedan följer information över hur dessa system fungerar.

1.2.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme är uppvärmt vatten som distribueras genom ett kulvertnät till stadens lokaler, flerbostadshus och småhus (Energimyndigheten 1, 2009). Vattnet värms upp i ett värmeverk som sedan pumpas ut enligt bild till höger. Det uppvärmda vattnet dras in i en fjärrvärmecentral med en värmeväxlare som värmer upp hushållsvattnet samt en för husuppvärmning.

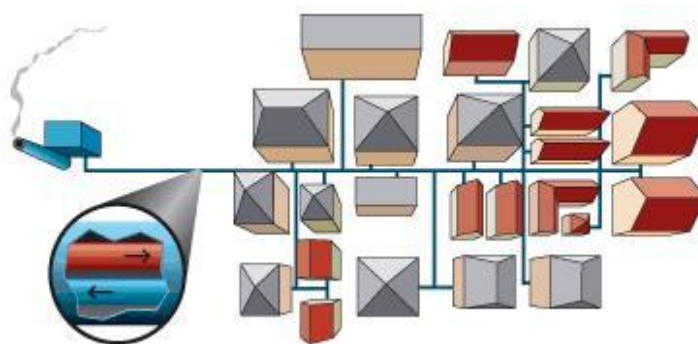


Bild 3. Principiell figur över fjärrvärmedistribuering (Energimyndigheten 1, 2009)

Värmeproduktion i stora pannor är effektivare och miljövänligare än små, varav större värmeverk antas vara bättre än enskilda pannor för vart hushåll. Det finns även andra positiva saker att ha i åtanke när det gäller ett större värmeverk. Exempelvis har ett värmeverk alltid tillgång till professionell

personal om någonting skulle gå snett. Det finns även kraftvärmeverk som producerar värme och el, så att man kan ha sina tjänster på samma ställe.

Kulvertnätet består av kopparrör om innerdiametern är mindre än 65mm. Utanpå dessa kopparrör har man ett lager mineralull och allt detta ligger inuti en mantel av polyeten.

Om rören måste vara större än eller lika med 65 mm så använder man istället stålrör. Dessa rör isoleras med polyuretanskum som isolerar fjärrvärmeröret mot värmeförluster. Även dessa rör har en yttre mantel av polyeten.

Polyeten är en seg plast som fungerar som ett skyddande hölje. Enligt Göran Nord på Öresundskraft (muntligt, 2009) brukar man vanligtvis räkna med en värmeförlust på 10 % när värmen transporteras via värmeverket till byggnadens fjärrvärmecentral. När man talar om passivhus kommer denna förlust att vara betydligt större, närmare 30-40 %. Detta då flödet inte alltid är konstant och mer värme hinner försvinna innan den når fram.

Värmen som ett fjärrvärmeverk utvinnet kan komma från många olika källor. I Helsingborg kommer den från fyra olika källor: biobränslen, spillvärme, biogas och värmepump (Miljöbarometern, 2008). De två sistnämnda är endast till en mindre del och minskar medan fjärrvärme från biobränslen och spillvärme ökar. Även totalt sätt så ökar produktionen och utbyggnaden i kommunen.

Fördelar och nackdelar för detta system:

- + Billigare än olja och el
- + Fjärrvärmeverket använder oftast förnybart bränsle
- + Kräver litet utrymme
- + Inga lokala utsläpp

- Ingen möjlighet för användaren att själv välja leverantör.
- Fjärrvärmecentralen är beroende av el.

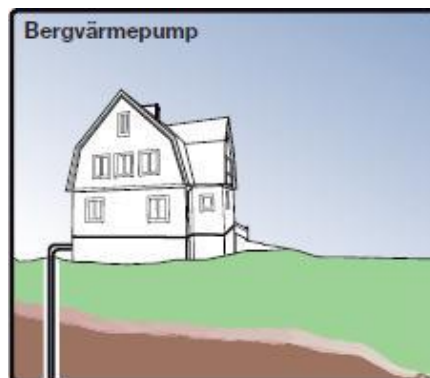
1.2.2 Värmepump

En värmepumps funktion kan jämföras med ett kylskåp. I ett kylskåp tas värme inifrån skåpet och avges på baksidan. På ungefär samma sätt tar en värmepump värme från berg, jord, vatten eller luft och avger den till huset. (Energimyndigheten 2, 2009)

För varje kilowattimme som en värmepump kräver för att kunna arbeta så kommer den att producera cirka tre kilowattimmar i retur. Ju högre temperatur i den lagrade värmen i förhållande till temperaturen i husets uppvärmningssystem desto mer energi kan utvinnas. I nyare system finns en varmvattenberedare och en elpatron inbyggda. Elpatronen ger automatiskt tillskottsvärme när värmepumpen inte räcker till under kallare dagar. I vårt fall har vi valt att titta närmare på bergvärme som uppvärmningsalternativ.

1.2.2.1 Bergvärmepump

En bergvärmepump hämtar solenergi som lagrats i berget genom ett vanligtvis 90-220 meter djupt hål ner i berggrunden. I detta hål förs sedan en kollektorslang ned som man använder för att pumpa upp vatten från "berget" till systemet, i syfte av att utvinna värme. När "bergvärmevattnet" är avkyllt så förs det ner i berget igen med ett avstånd på minst 20 meter från kollektorslangen eller så släpps vattnet ut på en annan höjd.



*Bild 4. Principbild för en bergvärmepump
(Energimyndigheten 2, 2009)*

Värmepumpar som utnyttjar bergvärme kan även användas för att kyla ner inomhus luften under sommaren. Enkelt förklarar man säga att man vänder på värmeförflyttningen och transporterar den varma inomhus luften ner i berget.

Fördelar och nackdelar för detta system:

- + låga driftskostnader jämfört med el och olja
- + inga lokala utsläpp
- + kräver ingen stor tomt
- + berget håller en jämnare årstemperatur än till exempel uteluften som också går att använda som värmepumpskälla.

- sårbar vid längre elavbrott
- avancerad teknik kräver högt kunnande vid driftsstörningar
- kräver el
- höga investeringskostnader

1.2.3 Elpanna

El är en värmekälla som i Sverige mestadels kommer ifrån kärnkraft och vattenkraft. För att värma upp ett hus med el så behövs en elpanna.

Denna elpanna värmer upp radiatorer genom att värma upp vatten som i sin tur transporteras i ett rörsystem till radiatorerna som då värms upp (se bild till höger).

Det är även möjligt att ha värmeslingor i golvet som leder runt vattnet och på så sätt avger värme. (Energimyndigheten 3, 2009)

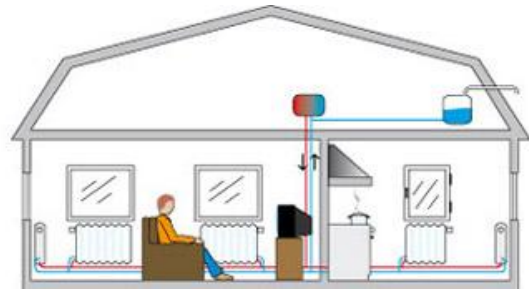


Bild 5. Principbild för en elpanna (Energimyndigheten 3, 2009)

Fördelar och nackdelar för detta system:

- + Låg investeringskostnad
- + Inga lokala utsläpp

- Ett energisystem fullkomligt beroende av el gör dig väldigt sårbar vid elavbrott
- Dyrare driftskostnad än de andra systemen

2 Fallstudie

2.1 Björka 16:1



Bild 6. karta över det område som ska bebyggas. (Områdeskarta Björka 16:1, 2009)

2.1.1 Beskrivning

Området Björka 16:1 vid Väla köpcentrum ska bebyggas med 36 lägenheter uppdelat på åtta huskroppar med två våningar (Kristian Rönnbäck, muntligt 2009).

Dessa lägenheter utgörs av 16 st. fyror och 20 st. treor.

Storleken på lägenheterna varierar mellan cirka 70-100

kvadratmeter. Byggnaderna ska bestå av passivhus varav

de värms upp med

sofångare och av de

boende. Skulle värmebehovet

vara större än vad som

produceras så ska

värmebatteriet startas. Om

byggnaden stått tom en längre tid och inga installationer har varit i bruk under

en längre period så kommer värmebatteriet att gå igång för att värma upp

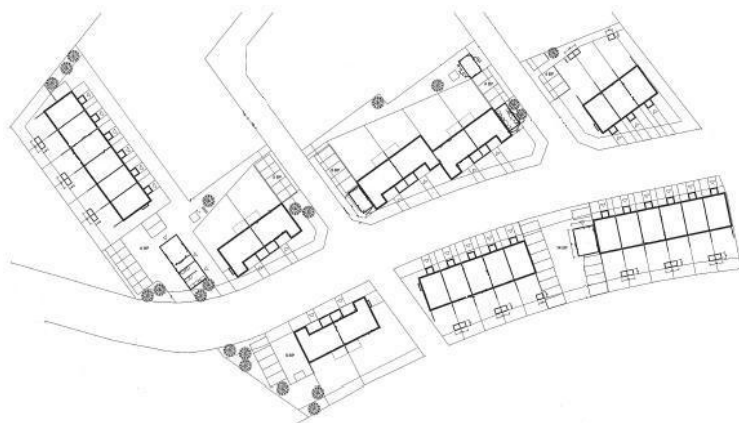
byggnaden snabbt. Värmebatteriet har i sin tur sin värmekälla från både ett

FTX-system och fjärrvärmeuppvärmt varmvatten. Vattnet värms upp i

områdets huvudcentral där det sprids ut till samtliga huskroppar och

lägenheter via ett kulvertsystem. Varmvattencirkulationen kommer att gå via

ett värmebatteri som skall värma luften till önskad temperatur i lägenheten.



*Bild 7. Preliminär situationsplan
(Rönnbäck, 2009)*

Området kommer att värmas med fjärrvärme. Enligt Kristian Rönnbäck är detta beslut styrt från Helsingborgs stads detaljplan.

2.2 Helsingborgshem

AB Helsingborgshem grundades i augusti 1946 efter ett riksdagsbeslut i mitten på 1940-talet där det bestämdes att "samhällets ansvar för bostadsförsörjningen gällde alla och inte bara utsatta grupper". Detta betydde att kommuner uppmanades att starta allmännyttiga bostadsföretag (Helsingborgshem 1, 2009).

Idag är Helsingborgshem ett fastighetsföretag med cirka 140 anställda och ungefär 12 200 lägenheter (Helsingborgshem 2, 2009). Företaget ägs av Helsingborgs stad och går via affärsidén "Vi skall utifrån affärsmässiga långsiktigt hållbara principer utveckla och förvalta attraktiva bostäder och bostadsområden" (Helsingborgshem 3, 2009).

2.3 Öresundskraft

Grundstenarna för Öresundskraft lades redan 1859 då Gasverket bildades. På den tiden framställde och levererade företaget gas till Helsingborgs innerstad. Företaget har alltid varit kommunalägt (Öresundskraft 1, 2009).

Öresundskraft är ett moderbolag med sju dotterbolag som går via affärsidén ”Öresundskraft säljer kundnära energilösningar och leveranssäker distribution. Vi vinner Öresundsregionens förtroende genom medarbetarnas kund-, miljö- och samhällsengagemang” (Öresundskraft 2, 2009 och Öresundskraft 3, 2009).

3 Investeringsbedömning

En investeringsbedömning är en uppskattning över hur lång tid som kommer att gå innan investeringen återbetalt sig eller har börjat gå plus.

Samtliga beräkningar är baserade på uppskattningar och antaganden. Dessa beräkningar är avsedda att ge ungefärliga värden och skall inte tas som exakt fakta.

För att förenkla förutsätter skribenterna att alla betalningar sker vid årets slut och att kalkylräntan antas vara konstant under beräkningsperioden. Hänsyn tas ej till oförutsebar inflation och prisförändringar. Hänsyn tas ej heller till skattemässiga konsekvenser som moms och liknande. Tillgången på kapital ses inte som begränsande faktor. Storleken på lägenheterna och skillnaden på mängden inneboende som varierar tas inte hänsyn till, vi räknar med att kostnaderna delas jämnt över alla lägenheterna.

På grund av de schablonsberäkningar som utförs i denna rapport så görs dessa förenklingar eftersom att kalkylräntan annars blir orimligt komplicerad. Samtliga beräkningar avrundas uppåt.

3.1 Val av beräkningsmetod

Det finns ett flertal olika sätt att kalkylera ett objekt för att få fram investeringsmöjligheter. De vanligaste är kapitalvärdesmetoden, payback-metoden, annuitetsmetoden och internräntemetoden.

Beräkningarna kommer att utföras genom en generell återbetalningsuträkning genom payback-metoden. Detta för att få ett grovt värde över var beräkningarna med kapitalvärdesmetoden ska baseras. Annuitetsmetoden kommer inte att användas då den tillämpas bäst om man har samma summa vid varje inbetalning, vilket inte är resonabelt då uppvärmningsbehovet varierar kraftigt. Internräntemetoden är inte heller av intresse då den är för exakt för att gå att räkna på i detta fall.

Samtliga metoder har flera gemensamma faktorer. Samtliga tar hänsyn till grundinvesteringen och inbetalningsöverskottet.

Grundinvesteringen är själva kostnaden för att bygga upp systemet som utnyttjar energikällan. I fjärrvärmens fall är detta kostnaden för till exempel hur mycket det kommer att kosta att dra nya kulvertsystem från stadens redan befintliga primärnät.

Om man tar Öresundskraft som exempel så kan inbetalningsöverskottet beskrivas som skillnaden mellan hur mycket det kostar för Öresundskraft att producera samt leverera fjärrvärmens och hur mycket de tar betalt för tjänsten. Med andra ord hur mycket de har som pålägg för att gå plus.

Samtliga metoder utöver payback-metoden tar även hänsyn till restvärdet i kalkylerna. Men eftersom att restvärde är vad som återfås för ett objekt när det säljs kommer det inte tas med i dessa kalkyler då det inte går att uppskatta i dagsläget.

Samtliga formler är tagna från Företagsekonomi 100 (Skärvad, Olsson, 2007).

3.2 Gemensamma faktorer

Först och främst behöver vi ta fram hur stort området är, hur många som kommer att bo där och därmed hur mycket vatten som behöver värmas upp. Eftersom området består av 16 stycken treor och 20 stycken fyror (Rönnbäck) så kan man anta att det kommer att bo mellan 92 och 128 personer.

Tre boende per fyra samt två boende per trea ger: $3 \cdot 20 + 2 \cdot 16 = 92$

Fyra boende per fyra samt tre boende per trea ger: $4 \cdot 20 + 3 \cdot 16 = 128$

Eftersom området kommer att ha snålspolande moduler kan man enligt Martin Gardvik (muntligt 2009) räkna med 800kWh/person och år. Detta innebär att området kommer att använda 73 600-102 400 kWh/år.

$$92 \cdot 800 = 73600 \text{ kWh/år}$$

$$128 \cdot 800 = 102400 \text{ kWh/år}$$

Medelvärde av detta är 88 000 kWh/år, vilket är vad vi antar att uppvärmningen av varmvattnet kommer att kräva. Utöver denna energi kommer värmebatteriet att värmas upp med hjälp av varmvattnet.

Toppvärmeeffekten som de olika systemen konstrueras för är 170 kW vilket är energibehovet för hela området. Helsingborgshem har gjort en preliminär beräkning över hur mycket energi de antar de kommer att göra av med. Enligt deras beräkningar kommer de att behöva 139 500 kWh/år framlevererat till huvudcentralen för området.

3.2.1 Helsingborgshems investering

För området ska Helsingborgshem stå för ett sekundärsystem. Då uppvärmningen för samtliga system sker i huvudcentralen kommer beräkningarna att vara relativt lika.

Vid beräkningar av investeringskostnad för sekundärsystemen kommer vi att titta på kostnaderna för ledningarna, schaktning, efterarbete samt installationskostnad och investeringspris för uppvärmningssystemet. Det som skiljer dessa tre system åt är installationskostnaden och investeringspriset för de olika uppvärmningssystemen.

Sekundärsystemet består av tre olika typer av vattenledningar, kallvatten, varmvatten och varmvattencirkulation. I sekundärsystemet kommer det att finnas värmeförluster. Enligt Martin Gardvik på NVS räknar man vanligtvis med en förlust på 5° i värmeväxlaren eller respektive system och i detta fall räknar man med en förlust på ca 1,5° på färden till huset från huvudcentralen samt lika mycket förlust i returen.

Följande värden har använts för att beräkna kostnaden för ledningarna i sekundärsystemet. Värdena är utgivna av Martin Gardvik på NVS.

| Rördimensioner till VV/VVC ledningar | Ungefärligt pris för arbete och material per meter |
|--------------------------------------|--|
| 2x22 | 380 |
| 2x28 | 460 |
| 2x35 | 565 |
| 2x42 | 590 |
| 2x54 | 715 |

Till detta får man lägga 3 000 kr/(böjar eller T-rör). För kallvattenslangen räknar man med 50 kr/m för material och arbete oberoende av dimension samt 100 kr/(böjar eller T-rör).

Beräkningarna för sekundärnätet går att återfinna i bilaga 1. Längden på ledningarna är uppmätta på markritning (Rönnbäck). Total längd uppskattas till 425 meter och ledningsdragandet kommer att kosta ca 402 300 kronor. I denna beräkning ingår hela systemet som är nergrävt dvs. ledningar för kallvatten, varmvatten och varmvattencirkulation.

Utöver själva ledningarna så kostar det att gräva ner dem. Schaktningen kommer enligt Anders Svensson på NCC (muntligt 2009) att ha följande värden:

Pris för schaktning rörgrav, ledningsbädd av grus, rörförläggning samt fyllning kommer att kosta 175 kr/m. Med ett sekundärsystem med en längd på ca 425 meter kommer detta att kosta:

$$175 \cdot 425 = 74375 \approx 75000 \text{ kronor}$$

Utöver detta så tillkommer det enligt Kristian Rönnbäck en kostnad för byggnationen av områdets huvudcentral på ca 15 000 kr/kvm och centralen antas vara på ca 20 kvm. Med dessa värden får vi en total kostnad på ca 300 000 kr för huvudcentralen.

Alltså kommer hela sekundärsystemet att kosta ca 777 300 kronor.

3.2.1.1 Investering för fjärrväme

Utöver de gemensamma faktorerna så tillkommer en fjärrvärmecentral för området som kommer att kosta ca 65 000 kronor installerad och klar (Gardvik). Öresundskraft tar även 170 000 kronor i anslutningsavgift (Se 3.3.1.1). Tillsammans med sekundärsystemet blir detta då:

$$777300 + 65000 + 170000 = 1012300 \text{ kronor}$$

I detta fall blir Helsingborgshems investering för fjärrväme alltså ca 1 012 300 kronor.

Elförbrukningen för huvudcentralen är 4 380 kWh/år (Gardvik) med ett antaget elpris på 0,75 kr/kWh för att kunna göra en översiktlig jämförelse samt en årskostnad på 272 kronor och en nätavgift på 1604 kronor per år (bilaga 2, elnätavgift och bilaga 3, elpriser). Totalt kommer det att kosta 5 161 kronor per år.

3.2.1.2 Investering för bergvärme

Beräkningarna för ett system med värmepump har utöver de gemensamma faktorerna även en värmepump som kostar ca 450 000 kronor enligt Magnus Larsson från Nibe (muntligt 2009). Detta värde är inklusive uttagshål för bergvärmen på ca 625 meter, vilket fördelas på ca 5 hål. Med kostnaden för sekundärsystemet blir detta då:

$$777300 + 450000 = 1227300 \text{ kronor}$$

Totalt kommer investeringen alltså att kosta ca 1 227 300 kronor.

Utöver grundinvesteringen så drar bergvärmepumpen ca 43 100 kWh/år (Larsson). För Bergvärmepumpen kommer det att kosta ca 34 200 kr/år (bilaga 2, elnätavgift och bilaga 3, elpriser). För mer insyn i beräkningarna till detta se 3.3.2.1.

3.2.1.3 Investering för elpanna

Beräkningarna för elpannans sekundärnät återfinns under de gemensamma faktorerna. Till dessa får man räkna med en elpanna som kostar ca 80 000 kronor färdiginstallerad (Larsson). Tillsammans med kostnaden för sekundärsystemet blir det:

$$777300 + 80000 = 857300 \text{ kronor}$$

Totalt kommer detta system alltså att kosta ca 857 300 kronor för Helsingborgshem investera i.

Helsingborgshem har gjort en beräkning över hur mycket energi de anser att området kommer att göra av med. Elpannan kommer att förbruka ca 139 500 kWh/år vilket leder till att kosta ca 113 000 kr/år att värma upp området (bilaga 2, elnätavgift och bilaga 3, elpriser). För mer insyn i beräkningarna till detta se kap 3.3.3.1.

3.3 Specifikt för uppvärmningssystem

Följande beräkningar är utformade för att undersöka lönsamheten för de tre uppvärmningssystem som rapporten behandlar. Varje beräkning delas upp i två olika faser. En del som säger hur mycket det undersökta systemet kostar utan de gemensamma kostnaderna. Den andra delen är för hyresgästen som beräknar hur mycket denne betalar för hela grundinvesteringssumman samt de årliga kostnaderna.

3.3.1 Kalkylering av system med fjärrvärme

En ingående undersökning av fjärrvärme som alternativ för de relevanta intressenterna.

3.3.1.1 Öresundskraft

Grundinvestering

Beräkningen för Öresundskraft görs med hjälp av schablonvärden som tagits fram av Öresundskraft och beställningar gjorda av Helsingborgshem. Med dessa kommer vi att göra några uppskattade uträkningar över hur lång tid det tar innan de har tjänat in sin investering och tjänar pengar på den.

Området i fråga är ett exploateringsområde, vilket innebär att marken där kulvertrören ska läggas är mer eller mindre orört. Med andra ord är det ingen asfalt som behöver brytas upp eller andra ledningar som behöver tas hänsyn till när det grävs. Detta innebär att asfaltering eller annan markbeläggning inte ingår i Öresundskrafts investering.

Ur bilagorna 4 (Plankartan) och 5 (Rörläggningskostnad) återfinns underlaget som krävs för att beräkna kostnaden för Öresundskrafts grundinvestering. Ur plankartan kan man utläsa rörens längd och diameter till det önskade nätet. Det kommer att behövas ca 56 m rör med diametern 54 mm och ca 61,5 m rör med diametern 42 mm.

Med hjälp av bilaga 5, rörläggningskostnad, så kan man beräkna kostnaden för ett sådant system. Enligt Göran Nord (Öresundskraft) har dock detta diagram några år på nacken och man bör lägga på 25-30 % för att få ett mer korrekt värde. Ur bilagan använder vi dimensionerna 50 mm respektive 40 mm med exploatering som kategori. Kostnaderna för dessa är 1 500 kr/m respektive 1 250 kr/m. Enligt Anna Magnusson på Öresundskraft (muntligt, 2009) så tas en anslutningsavgift på 1 000 kr/kW. Med en toppvärmeeffekt på 170 kW ger det följande beräkningar:

$$\text{Anslutningsavgift: } 1000 \cdot 170 = 170000 \text{ kronor}$$

Utöver dessa kostnader brukar man lägga till en kostnad på 2 % på grundinvesteringen för drift och underhåll (Magnusson). Nedan finns beräkningar för skillnaden mellan ett pålägg på 25 och 30 % enligt ovan nämnda värdesändring:

$$\text{Grundinvestering}_1 = ((1500 \cdot 56 + 1250 \cdot 61,5) \cdot 1,25 - 170000) \cdot 1,02 = 31715,63 \approx 31800 \text{ kronor}$$

$$\text{Grundinvestering}_2 = ((1500 \cdot 56 + 1250 \cdot 61,5) \cdot 1,30 - 170000) \cdot 1,02 = 39920,25 \approx 40000 \text{ kronor}$$

Inbetalningsöverskottet

Enligt Göran Nord kostar det Öresundskraft 30-35 öre att producera en kWh, därav kommer vi att räkna med båda som undre och övre gräns till när deras investering kommer att ha återbetalt sig.

Kostnaden för att värma upp detta område med fjärrvärme går att finna i bilaga 6 (Tariff för fjärrvärme). I detta fall är systemet designat till 170 kW som toppvärmeeffekt vilket innebär att vi hamnar i 120-999 kW-kategorin. Denna kategori medför en årlig kostnad på 7 700 kronor för hela området. Utöver denna kostnad så tillkommer ett effektpreis för området per år på 143,40 kr/kW:

Effektpriis: $143,40 \cdot 170 = 24378$ kronor

Utöver dessa kostnader så finns det ett fast pris för varje levererad kWh samt för hur mycket vatten som strömmat genom systemet.

Priset för levererad energi varierar med årstiderna. Det finns ett sommarpris och ett vinterpris. Under perioden 1 maj till 30 september kostar en kWh 30,20 öre och under perioden 1 oktober till 30 april så kostar en kWh 43,36 öre.

Kostnaden för levererad mängd vatten (flödespriset) är 2,64 kr/kbm.

Eftersom det är inte är möjligt att uppskatta exakt mängd levererad energi med sådana här hus så får man göra ett antagande. Öresundskraft fick in en beställning på 139 500 kWh/år från Helsingborgshem. Enligt Anna Magnusson så är ett resonabelt antagande att man under vintertid kommer använda 96 000 kWh samt 1 650 kbm levererat vatten och under sommartid använder 43 500 kWh. Under sommartid tar man inte betalt för levererat vatten, enbart uppvärmningen av det. Öresundskraft kommer grovt uppskattat att få producera 15 % mer värme än vad som används på grund av värmeförluster.

Beräkningar av investering för Öresundskraft

Med hjälp av ovanstående siffror kan vi räkna ut hur investeringen ser ut för Öresundskraft. Vi börjar med att göra en simpel beräkning med payback-metoden för att få ett enkelt antagande på hur lång tid det tar för att investeringen ska återbetala sig.

$$\frac{G}{a} = n$$

Där G är grundinvesteringen, a är inbetalningsöverskottet och n är antalet år det tar innan investeringen återbetalt sig.

Då vi har två gränser för Öresundskrafts förtjänst (30-35 öre) så kommer vi att få två olika a:

a_1 för payback-metoden är

$$\left(\frac{96000 \cdot 43,36}{100} + \frac{43500 \cdot 30,20}{100} - \frac{(96000 + 43500) \cdot 30}{100} \right) \cdot (1 - 0,15) + 1650 \cdot 2,64 + 7700 + 24378$$

= 47409,71 \approx 47500 kronor

a_2 för payback-metoden är

$$\left(\frac{96000 \cdot 43,36}{100} + \frac{43500 \cdot 30,20}{100} - \frac{(96000 + 43500) \cdot 35}{100} \right) \cdot (1 - 0,15) + 1650 \cdot 2,64 + 7700 + 24378$$
$$= 41480,96 \approx 41500 \text{ kronor}$$

För att beräkna kortaste respektive längsta återbetalningstiden får man använda sig av olika värden. För att räkna ut kortaste återbetalningstid får man använda sig av lägst investeringskostnad samt högst inbetalningsöverskott. För längst återbetalningstid däremot får man räkna med högst grundinvestering och lägst inbetalningsöverskott. Med ovanstående inbetalningsöverskott kan man göra sin payback-beräkning för största och minsta återbetalningsperiod:

$$\frac{31800}{47500} = 0,67 \approx 0,7, \quad \frac{40000}{47500} = 0,84 \approx 0,9, \quad \frac{31800}{41500} = 0,77 \approx 0,8, \quad \frac{40000}{41500} = 0,97 \approx 1$$

Detta ger en återbetalningstid mellan ca 0,7 till 1 år.

Nu när vi har kommit fram till ett ungefärligt värde på hur lång tid det tar för investeringen att återbetala sig så kan man använda kapitalvärdemetoden.

$$\text{Kapitalvärde} = a \cdot \text{tab } C + R \cdot \text{tab } B - G$$

Där R är restvärdet, dvs. den siffra systemet värderas till om det av någon anledning säljs eller nedmonteras. Eftersom detta inte går att uppskatta så kommer R sättas till 0 kronor i detta fall.

Med hjälp av tidigare beräkningar har vi lyckats lösa ut följande värden:

$$G_1 = 31800 \text{ kronor}$$

$$G_2 = 40000 \text{ kronor}$$

$$n = 0,7 - 1 \text{ år}$$

$$a_1 = 47500 \text{ kronor}$$

$$a_2 = 41500 \text{ kronor}$$

Dessa är de värden vi baserar våra beräkningar på. Utöver de siffror vi tagit fram så återstår det att anta den nuvärdesummefaktor som vi ska räkna med. Detta tal tas fram med hjälp av Tabell: C i Företagsekonomi 100 (Skärvad, Olsson) som även går att återfinna i Bilaga 7.

Vi antar kalkylräntan till 8 %. Utan restvärde ser formeln ut enligt följande.

$$\text{Kapitalvärde} = a \cdot \text{tab } C - G$$

Tabell C går att återfinna i bilaga 7. Detta värde utgör hur mycket som inbetalningsöverskottet påverkas av ränta över tid.

$$47500 \cdot 0,9259 - 31800 = 12180 \text{ kronor} \rightarrow \text{efter 1 år}$$

$$41500 \cdot 1,7833 - 40000 = 34007 \text{ kronor} \rightarrow \text{efter 2 år}$$

Dessa beräkningar antyder att Öresundskraft tjänar bra på affären. En återbetalning på mellan 1 och 2 år är ekonomiskt lönsam.

3.3.1.2 Hyresgästen

Hyresgästens kostnader delas upp i två kategorier, Helsingborgshem och Öresundskraft.

Helsingborgshem

Ur hyresgästens perspektiv finns det ingen grundinvestering som går att beräkna återbetalning på. Helsingborgshem gör en investering på ca 1 012 300 kronor (se 3.2.1.1) för detta system som måste återbetalas. Vi använder oss av kapitalvärdemetoden.

$$\text{Kapitalvärde} = a \cdot \text{tab } C - G \rightarrow a = \frac{\text{Kapitalvärde} + G}{\text{tab } C}$$

För att beräkna när investeringen har gått med vinst för Helsingborgshem så sätter vi kapitalvärdet till 0 kronor. Enligt Kristian Rönnbäck på Helsingborgshem så är en resonabel återbetalningstid ca 10 år med en kalkylränta på 8 %, vilket är vad vi räknar med.

$$G = 1012300$$

$$\text{Kapitalvärde} = 0$$

$$\text{tab } C = 6,7101$$

Med dessa siffror kan vi räkna ut a:

$$a = \frac{1012300}{6,7101} = 150862 \approx 150900 \text{ kr/år}$$

Per hyresgäst blir detta alltså:

$$150900/36 = 4192 \approx 4200kr/\text{år}$$

Elförbrukningen i huvudcentralen går att beräkna som ca 5 161 kronor per år (se 3.2.1.1). Denna kostnad delas upp på de 36 lägenheterna:

$$5161/36 = 143,36 \approx 144kr/\text{år}$$

Eftersom området endast har en huvudcentral separat från lägenheterna så besväras inte någon hyresgäst av det underhåll som huvudcentralen kräver. Hyresgästen kommer dock att få betala en avgift i hyran för driftsunderhåll.

Öresundskraft

Grundinvesteringen för Öresundskrafts fjärrvärmeledningar står enbart Öresundskraft för.

Det vi kan räkna ut är ett värde över hur mycket hyresgästen kommer att få betala per år för sin förbrukning. Priset kommer att variera beroende på hur mycket vatten och energi som används. Två vattenmätare kommer att placeras i varje lägenhet, en för varmvatten och en för kallvatten. Detta för att mäta hur mycket vatten hyresgästen gör av med. För att kunna få reda på hur mycket energi som hyresgästen gör av med för att värma sin lägenhet med värmebatteriet så har man även installerat en energimätare.

Som tidigare nämnt kommer kostnaden per kWh hamna på 30,20 öre under perioden 1 maj till 30 september och på 43,35 öre under perioden 1 oktober till 30 april. Det är beräknat att området kommer att dra ca 96 000 kWh under vintertid och 43 500 kWh under sommartid. Kostnaden för levererad mängd vatten är 2,64 kr/kbm. Mängden vatten uppskattas till 1 650 kbm. Det ingår även en effektavgift per år, 143,40 gånger toppvärmeeffekten för området (170 kW). Årskostnaden för systemet är 7 700 kronor för hela området. Med beräkningar får man följande årskostnader för de boende på hela området:

$$\frac{96000 \cdot 43,36 + 43500 \cdot 30,20}{100} + 1650 \cdot 2,64 + 7700 + 143,40 \cdot 170 = 92890 \approx 92900kr/\text{år}$$

Detta dividerat på 36 lägenheter blir:

$$\frac{92900}{36} = 2580 \approx 2600kr/\text{år}$$

Alltså kostar det ca 2 600 kronor per år och lägenhet. Denna kostnad varierar självklart beroende på hur mycket energi som används.

Slutberäkningar för hyresgästen

Kostnaden för fjärrvärme adderat med elkostnaden för att hålla centralen fungerande och återbetalningen till Helsingborgshem för deras investering:

$$2600 + 144 + 4200 = 6944 \text{kr/år}$$

Sammanlagt blir detta alltså ca 6 944 kronor per år.

3.3.2 Kalkylering av system med bergvärmepump

Kalkyleringen för värmepumpsystemet går ut på att finna det mest ekonomiska och energilösliga systemet för att få en lämplig grundinvestering så att en investeringskalkyl kan genomföras. Likt beräkningarna för fjärrvärme kommer vi att undersöka hur mycket hyresgästen kommer att behöva betala Helsingborgshem och Öresundskraft.

Grundinvestering

Med hjälp av Magnus Larsson från Nibe så har vi kommit fram till en lämplig värmepump för hela detta bostadsområde vid namn NIBE FIGHTER 1330-30 (Nibe 1, 2009), där ”-30” syftar på effektbehovet. I bilaga 8 (Energiberäkning för värmepump och elpanna) finns all indata förutom kostnader.

För att få en schablonskostnad för systemet så kan man enligt Magnus Larsson säga att man multiplicerar effektbehovet med en kostnad på 14 000 – 16 000 kr/kW vilket leder till:

$$14000 \cdot 30 = 420000$$

$$16000 \cdot 30 = 480000$$

Detta ger ett intervall på 420 000 – 480 000 kronor vilket är kostnaden för systemet med installation utan moms. I denna kostnad kan man urskilja att borrhålen kostar ca 120 000 kronor att utföra.

Årliga kostnader

För bergvärme är det inte lika enkelt att räkna ut inbetalningsöverskottet som för fjärrvärme. Detta då bergvärmen inte har någon kostnad per kWh. Istället får man beräkna det som återbetalning av systemet, vilket kommer att göras under nästa rubrik, 3.3.2.1.

Däremot så kommer pumpen använda sig av el för att kunna fungera. Behovet för detta är ca 43 100 kWh/år (se bilaga 8). Genom att titta på Öresundskrafts

elpriser och säkringskostnader (bilaga 2 och bilaga 3) så får man fram att detta kommer att kosta:

$$43100 \cdot 0,75 + 272 + 1604 = 34201 \approx 34200 \text{kr/år}$$

Eftersom hyresgästen inte betalar något för energin som hämtas i detta fall så måste man räkna med att hyresgästen betalar tillbaka på investeringen för att det ska gå runt.

3.3.2.1 Hyresgästen

Hyresgästens kostnader delas upp i två kategorier, Helsingborgshem och Öresundskraft.

Helsingborgshem

För att kunna beräkna hyresgästens återbetalning till Helsingborgshem så antar vi en återbetalningsperiod. Enligt Kristian Rönnbäck är det troligt att en sådan investering skulle beräknas vara återbetald på ca 10 år, vilket är vad vi kommer att räkna med.

Totalt kommer investeringen att kosta ca 1 227 300 kronor för bergvärmepumpen och sekundärsystemet (se 3.2.1.2).

Vi använder oss än en gång av kapitalvärdemetoden. För att räkna fram inbetalningsöverskottet använder vi följande formel.

$$\text{kapitalvärde} = a \cdot \text{tab } C - G \rightarrow a = \frac{\text{kapitalvärde} + G}{\text{tab } C}$$

Kapitalvärdet, dvs. det värde som visar om en investering går med vinst, sätts till noll i detta fall. Detta för att visa när investeringen har återbetalt sig. För att beräkna nuvärdesummefaktorn använder vi bilaga 7 och kalkylränta 8 % över 10 år.

$$G = 1227300$$

$$\text{tab } C = 6.7101$$

Med dessa siffror så kan vi få ut ett ramvärde som utgör vad Helsingborgshem behöver ta betalt av hyresgästerna för att få en lönsam investering efter 10 år.

$$a = \frac{1227300}{6,7101} = 182903 \approx 183000 \text{kr/år}$$

Alltså betalar hyresgästerna tillbaka ca 183 000 kronor om året.

Öresundskraft (el-leverantör)

För att bergvärmepumpen ska fungera så krävs det att man förser den med ca 43 100 kWh/år (se bilaga 8). Elkostnaden antas till 0,75 kr/kWh. Utöver det tillkommer en kostnad på 272 kronor per år samt nätavgiften på 1604 kronor om året.

$$43100 \cdot 0,75 + 272 + 1604 = 34201 \approx 34200 \text{kr/år}$$

Hyresgästens totala årskostnad

Med ovanstående värden kan vi räkna ut årskostnaden för hyresgästen:

$$\frac{183000 + 34200}{36} = 6034 \approx 6100 \text{kr/år}$$

Detta är utan drifts- och underhållskostnader inräknade då detta är ett teoretiskt system.

3.3.3 Kalkylering av system med elpanna

Beräkningen för ett system med elpanna görs för att finna det mest ekonomiska och energieffektiva system möjligt. Detta görs genom att få fram en lämplig grundinvestering så att en investeringskalkyl kan genomföras. Precis som för beräkningarna hos de andra två undersökta systemen kommer vi att undersöka vad hyresgästen kommer att behöva betala Helsingborgshem och Öresundskraft. Resultatet av dessa beräkningar kommer likt bergvärmepumpen att jämföras mot fjärrvärmen.

Grundinvestering

Med hjälp av Magnus Larsson har vi kommit fram till att den bäst lämpade elpannan för detta system är en EP42 (Nibe 2, 2009). Grundinvesteringen för en sådan antas vara ca 80 000 kronor exklusive moms, installerad och klar.

Till detta lägger vi till de gemensamma kostnaderna på 777 300 kronor (se 3.2.1). Totalt kommer detta att kosta 857 300 kronor.

Årliga kostnader

Enligt Helsingborgshems beräkning kommer området att använda sig av ca 139 500 kWh/år. Vi använder ett antaget elpris på 0,75 kr/kWh, en årsavgift på 272 kronor och en nätavgift på 8076 kronor för de 63 ampere som systemet kräver (bilaga 2, elnätavgift och bilaga 3, elpriser).

$$139500 \cdot 0,75 + 272 + 8076 = 112973 \approx 11300 \text{kr/år}$$

Alltså tillkommer en årlig kostnad på 113 000 kr/år för att systemet ska kunna fungera.

3.3.3.1 Hyresgästen

Hyresgästens kostnader delas upp i två kategorier, Helsingborgshem och Öresundskraft.

Helsingborgshem

För att kunna ge en återbetalning till Helsingborgshem så måste en skälig återbetalningstid antas. Enligt Kristian Rönnbäcks rekommendation valde vi att anta att investeringen skulle bli återbetald på 10 år.

För att kunna beräkna den årliga återbetalningen använde vi oss än en gång av kapitalvärdesmetoden.

$$\text{kapitalvärde} = a \cdot \text{tab } C - G \rightarrow a = \frac{\text{kapitalvärde} + G}{\text{tab } C}$$

Kapitalvärdet sätts till noll även i detta fall. Precis som för bergvärmepumpen görs detta för att visa när investeringen har återbetalt sig. För att beräkna nuvärdesummefaktorn använder vi bilaga 7 och kalkylränta 8 % över 10 år.

$$G = 857300 \text{ kr}$$

$$\text{tab } C = 6,7101$$

Med dessa värden kan vi få ut ett ungefärligt värde på vad Helsingborgshem behöver ta betalt av sina hyresgäster för att investeringen ska löna sig efter 10 år.

$$a = \frac{857300}{6,7101} = 127763 \approx 128000 \text{ kr/år}$$

Hyresgästerna betalar alltså Helsingborgshem ca 128 000 kronor per år.

Öresundskraft (el-leverantör)

Se årliga kostnader under 3.3.3.

Sammanlagt blir det alltså en årlig kostnad på ca 113 000 kronor.

Slutberäkningar

Med ovanstående värden finner vi att årskostnaden för hyresgästen blir:

$$\frac{113000+128000}{36} = 6694 \approx 6700kr/\text{år}$$

Utöver dessa beräkningar tillkommer driftskostnader såsom reparationer och underhåll som inte tas upp.

4 Resultat av beräkningarna

Här kommer skribenterna att sammanställa och analysera kapitel tre. I brist på information så har skribenterna inte tagit med några underhållskostnader för bergvärmen och elpannan. Vidare är antagna värden i största möjliga mån erhållna från personer som jobbar inom respektive område. Utöver våra beräkningar och resultat så tillkommer skatt och moms.

4.1 Öresundskraft

Den investering som Öresundskraft har i ett primärnät för fjärrvärmesystem till området landar på cirka 31 800 – 40 000 kronor. Denna investering är enligt skribenternas beräkningar återbetald på 1-2 år.

4.2 Helsingborgshem

Grundinvestering

Samtliga grundinvesteringar inkluderar ett sekundärsystem på 777 300 kronor.

| | |
|----------------|------------------|
| Fjärrvärme: | 1 012 300 kronor |
| Bergvärmepump: | 1 227 300 kronor |
| Elpanna: | 857 300 kronor |

Skillnaden mellan den högsta och lägsta investeringen är 370 000 kronor

4.3 Hyresgästen

För hyresgästens kostnader så använde sig skribenterna av ett av Helsingborgshem antaget värde för områdets energiförbrukning (139 500 kWh/år). En återbetalningstid på 10 år med en kalkylränta på 8 % användes för samtliga beräkningar för att förenkla jämförandet. Vidare så antogs det att alla 36 lägenheter förbrukar lika mycket värme, oavsett storlek och antal boende, för att förenkla beräkningarna. Skribenterna antog även en kostnad för elen till 0,75 kr/kWh. Detta värde är av stor betydelse för jämförandet, ändras det så blir elpannans årskostnad direkt påverkad.

4.3.1 Fjärrvärme

För ett fjärrvärmesystem kostar det hyresgästen 6 944 kronor om året. Denna kostnad är uppdelad i tre separata delar. Återbetalningen för systemet till Helsingborgshem på ca 4 200 kr/år, elförbrukning på ca 144 kr/år och fjärrvärmeförbrukningen 2 600 kr/år.

4.3.2 Bergvärmepump

För hyresgästen är den billigaste årskostnaden den som bergvärmepumpen har. Totalt kostar det ca 6 100 kronor om året med bergvärme. Denna kostnad består av återbetalningen till Helsingborgshem på ca 5 100 kr/år och elkostnaden för driften av pumpen på ca 1 000 kr/år.

4.3.3 Elpanna

Med ett antaget värde på 0,75 kr/kWh så beräknas elpannan fram som det näst mest lönsamma av de tre alternativen. För hyresgästen skulle ett system med elpanna kosta ca 6 700 kronor om året. Denna kostnad är baserad på återbetalningen till Helsingborgshem på ca 3 550 kr/år och ca 3 150 kr/år för elkostnaden.

4.4 Analys av resultat

Det som bör tittas närmare på när man läser dessa resultat är absolut det antagna värdet för elpriset. Ett högre elpris betyder först och främst att årskostnaden för elpannan höjs kraftigt, vilket hade varit ett stort minus för den som valt det uppvärmningssystem.

Att bergvärmepumpen var det billigaste alternativet i längden är även det beroende av det antagna elpriset. Med en förbrukning på ca 43 100 kWh/år (se bilaga 8) så kan även priset för detta system öka fort i kostnad med ett höjt elpris.

Fjärrvärmesystemet är det system som är minst beroende av el men är i dessa beräkningar det dyraste alternativet på lång tid.

5 Tidigare erfarenheter

Byggnation av passivhus är i dagens Sverige ännu ett relativt oprövat sätt att bygga. För att inte falla i samma fällor som man gjort tidigare ansåg vi att det var av stort intresse att undersöka om vi kunde utnyttja tidigare erfarenheter som en referenspunkt i vårt arbete.

5.1 Referensobjekt – Glumslöv

2004 blev Landskronahem nummer två i Sverige med att bygga passivhus, efter Egnahemsbolaget i Göteborg (Passivhuscentrum 2, 2009). I Glumslöv byggde man 35 stycken självuppvärmade passivhus. Utgångspunkten var att byggherren ville ha en så låg hyreskostnad som möjligt och fick bekräftat av en livscykelanalys att passivhus var den bästa lösningen. Beräkningarna uppskattade ett totalt energibehov på 60 kWh/m² och år inklusive hushållsel. Detta motsvarar lite mer än hälften av en nyproducerad lägenhets totala energibehov (högsta tillåtna energibehov är idag 110 kWh/m² och år).

Som reservvärme installerades ett 900 W elbatteri.

5.2 Erfarenhetsåtervinning

Husen som byggs i Björka 16:1 är baserade på framgångarna från byggda passivhus i Glumslöv. Eftersom dessa hus var lyckade ansåg vi att man kanske kunde använda sig av erfarenheter som dessa byggen bidrog med och tänkte därför att det kunde vara intressant att höra vad en av personerna som var med och byggde dessa hus har att dela med sig av. Vi kontaktade Patrik Håkansson, som arbetade för Landskronahem när passivhusen i Glumslöv byggdes. Följande är resultatet av vår diskussion.

5.2.1 Intervju med Patrik Håkansson

Vi träffade Patrik Håkansson på Helsingborgshems kontor den 2 juni 2009. Nedan är resultatet av vår konversation.

Frågeställare: Hur blev du inblandad i det här projektet?

Patrik Håkansson: Jag arbetade som styr- och reglertekniker på Landskronahem och ansvarade där för fungerande värme och ventilation i fastigheterna.

F: Vad låg bakom beslutet att bygga passivhus?

P: Landskronahems fastigheter kostar runt 35 miljoner kronor om året att värma upp och bara uppvärmningen av Kvarteret Nornan i Glumslöv skulle kosta ett antal hundratusen kronor varje år.

F: Undersökte ni passivhusen som byggdes i Göteborg?

P: Ja vi var och tittade på dem som byggdes där innan.

F: Minns du någon noterbar svårighet vid byggnation av passivhus?

P: Inte vid byggnationen men det finns två jätteviktiga punkter med passivhus, arkitekturen och valet av ventilationsaggregat. Du har ju ingen annan värmekälla utöver människorna, belysning och maskiner i lägenheten. Det är den enda värmen du har och den måste du ta vara på till hundra procent. Detta gör man främst genom att ha ett aggregat med så stor återvinningsgrad som möjligt.

F: Vi har fått lära oss att det största problemet med passivhus är att få husen lufttäta, var det något som ni hade problem med?

P: Vi hade inga problem. Vi instruerade alla byggnadsarbetare med hur de ska jobba, att de inte får punktera plasten på ett enda ställe, det gäller att de är med på banan från början. Vi samlade alla byggjobbarna direkt vid byggstart och instruerade dem över hur de skulle göra.

F: Gick det lätt att få med byggföretaget på att bygga passivhus?

P: Inga problem, de var väldigt duktiga, Skanska. Dom har ju ett ansvar för att man lever upp till att driftskostnaderna ska hållas.

F: Hade ni några problem med energiberäkningarna med hänsyn till passivhus?

P: Det hela beror väldigt mycket på vanor hos folk. Beräknar man med att man har en värme från brukarna, i form av glödlampor, vissa maskiner osv. så fungerar det ju. Men tittar man på den gamla damen som knappt har en lampa tänd och aldrig lagar mat så får du ju ingen värme i lägenheten att ta vara på och de får ju också problem. Barnfamiljen med ett par ungdomar hemma som

har plasma-tv, ett par datorer igång, belysning och lagar mat, de har ju inga problem. Det är ju det systemet är beroende av, processvärmen.

F: Blir det inga problem på vintern heller?

P: Vi hade problem på Nornan men det berodde på ventilationsaggregatet. Tillverkaren hade lovat en återverkningsgrad på 85 % men den gav bara 60.

P: Säg att du har 21 grader inne i lägenheten. Den luften tar du ut, återvinner värmen i den och sen tar du kallluft utifrån och värmer upp med samma återvunna värme och blåser in den ”nya” luften. Har du ingen värme att hämta i lägenheten och du har dålig verkningsgrad på ventilationsaggregatet då blåser du inte in några 20 grader, då blåser du in 14 istället och det blir en neråtgående spiral, det blir bara kallare och kallare i lägenheten.

F: Hur skedde uppvärmningen av tappvarmvattnet?

P: Vi använde oss av en elvarmvattenberedare. EON var både nätägare och leverantör av förbrukningsel.

F: Fick ni göra några förändringar i systemen?

P: Vi fick byta alla ventilationsaggregat då de inte levde upp till den återvinningsgrad som utlovats. Alla Flexit-aggregat byttes mot Temovex och då funkade det betydligt bättre. Folk försökte med att tända ljus på kvällarna och hade värmeelement och allt möjligt. Men har du ett aggregat som ligger och öser in 13-14 grader tilluftstemperatur så kvittar det hur du gör, du får aldrig upp temperaturen i lägenheten.

F: Hur fungerar det för kunderna att bo i ett passivhus jämfört med att bo i en vanlig lägenhet?

P: När man bor i ett passivhus måste man vara väl medveten om att det är ett passivhus man bor i. Man kan inte flytta från en lägenhet med uppvärmningssystem och ha taskigt beteende, stå och röka ute på altanen med dörren öppen och tro att det ska funka, för det gör det inte. Ska du ut och röka så går du ut och stänger, gör det du ska och sen in igen. Men det fanns folk som stod och rökte med öppen altandörr och ja, det tar ett par timmar innan det hämtat igen sig temperaturmässigt. Man måste ha ett visst beteende när man bor i ett sådant hus.

F: Blir det inte jobbigt med inestängd luft när man inte kan vädra fritt?

P: Nej, du har ju ett ventilationssystem som hanterar stora luftmängder. Det har man alltid när man har ventilation som uppvärmning för det är den enda uppvärmningen som de boende har, även om det inte direkt är uppvärmning. Värmen får du ju av den återvunna värmen i frånluften. Det är ju större

luftmängder man kör än i en vanlig lägenhet också, för att de måste blandas om.

P: Det är dessutom jätteviktigt att man har överluft. I enplanshus var där inga problem, men om du har tvåplanshus, med en trappa upp och en ovanvåning så blir det bekymmer. Värme stiger ju som sagt, du får svalt där nere, värme stiger upp och blir stående där uppe om du inte har överluft och får med dig värmen ner igen. Så att du tar frånluft tillbaka till aggregatet och blåser in igen.

P: När vi byggde Nornan hade vi dessa problem. Vi hade väldigt högt i tak på ovanvåningen, där det blev en ”bubbla” som värmdes upp. I en av lägenheterna hade man på barnens rum en våningssäng, där det var 25 grader varmt när man mätte uppe i sängen. Nere på golvet var där 22 och gick man ner på bottenvåningen så var där 14 grader. Där får du alltså väldiga skiktningar i temperatur. Därför är det väldigt viktigt med överluftsdon, att man får med värmen tillbaks till aggregatet och blåser in den igen. Så att du får samma jämna temperatur i lägenheten. Det är två viktiga grejer, det ena är att man får tillbaks värmen, dvs. inga ”bubblor” där värmen ställer sig samt ett ventilationsaggregat med bästa möjliga återvinningsgrad.

F: Är detta ett system du hade rekommenderat?

P: Ja, men man ska helst vara medveten om vilka problem det kommer att bli innan man vet hur man ska bygga, tyvärr.

F: Så man får lära sig genom erfarenhet?

P: Ja, men det är också så att passivhus blir det inte bara för att vi sätter ”stämpeln” passivhus på dem. Den får de först efter ett år när du sett vad du förbrukar. Vi hade ju hyresgäster som förbrukade 14 000 kWh/år på en liten lägenhet på drygt 100 kvadratmeter. Det är inget passivhus som du kan få lov att sätta ”stämpeln” passivhus på. Passivhus blir det när du kommer under en viss nivå i kWh/m² och år. Kommer du över den nivån, men håller dig under en annan nivå så är det lågenergihus.

F: Det låter nästan som om vårt område kommer att vara lågenergihus, eftersom att de ska använda sig av ett FTX-system och solpaneler till uppvärmning.

P: Men det är ju för att du har ett FTX-aggregat som återvinner värmen i frånluften. Har du då den kallaste vinterdagen på året så kan du inte ligga och blåsa in för kall luft. Värmebatteriet går in de få dagar på året, den garanterar en lägsta tillåtna tilluftstemperatur och den brukar ligga på 15 grader. Det får absolut inte understiga 15 grader, för då ligger man och kyler ner, precis som

vi gjorde på Nornan. Helst ska det blåsa in minst 18 grader men den får inte blåsa in under 15. Gör den det då går värmebatteriet in.

F: Har du några övriga kommentarer?

P: Det hela beror ju mycket på hur man mäter. På Nornan så mätte vi kallvatten och el, där elen gick till värmebatteriet och FTX-aggregatet samt uppvärmning av varmvattnet. De familjer som hade barn, där det duschades mycket låg förbrukningen på 14 000 kWh/år och då är det inget passivhus om du tittar på förbrukningen fördelat på kvadratmeter och år. Men det fanns ju också de som låg på strax under 5 000 kWh/år också. Då är det ett passivhus. Så att bygga ett passivhus är en sak, men om det faktiskt kan räknas som ett passivhus efteråt, det är ju förknippat med beteendet.

5.2.2 Analys av intervju

Efter att ha talat med Patrik kändes det väldigt klart vad som är viktigt att tänka på när man sysslar med ett sådant här projekt. Även om det finns många skillnader i främst energisystemen mellan passivhusen i Glumslöv och de som byggs i Björka så finns det väldigt många likheter.

Framförallt ligger en väldigt stor del av hyresgästens komfort i dessa hus på hyresgästens egna axlar. En väldigt viktig del som intervjun gav oss var att hyresgästen måste redan från början vara insatt i vad det är för hus de har valt åt sig själva. Om man inte ”hjälp systemet på vägen” så kommer man i princip att bo i vilket hus som helst fast med mycket större byggkostnad än vad som behövs.

En annan viktig sak som Patrik belyste var att ha en hög verkningsgrad på FTX-systemet. Utan ett funktionellt FTX-system så fallerar hela uppvärmningssystemet i sin grund. Tillsammans med detta är det väldigt viktigt att se över arkitekturen så att systemet kan fungera på ett fördelaktigt sätt.

6 Diskussion

Vi har i denna rapport visat att fjärrvärme inte är det mest ekonomiskt lönsamma systemet för området Björka 16:1. Dessa beräkningar får dock tas med en nypa salt då vi med hög sannolikhet inte haft tillgång till alla relevanta kostnader.

Alla tre energisystem är mer eller mindre miljövänliga. Vid undersökning av aktuellt område så var årskostnaden högst för fjärrvärmen och lägst för bergvärmepumpen. Ser man till investeringskostnaden är bergvärmepumpen det dyraste alternativet och elpannan är billigast. Totalt skiljer det 370 000 kronor mellan största och minsta investering.

Ur våra beräkningar så kan man urskilja att ur en ekonomisk synpunkt är bergvärmepump det billigaste i längden, förutsatt att man är villig att lägga ut den större kostnaden för investeringen.

Detta till trots har Helsingborgs stad bestämt att detta område ska bebyggas med fjärrvärme som uppvärmningsalternativ. Det fanns sannolikt andra faktorer som spelade in när detta beslut togs. Miljöpåverkan, det faktum att staden äger en egen fjärrvärmeproducent eller kanske bara i experimentellt syfte är tre orsaker som skribenterna kan tänka sig.

Ur en drifts- och underhållssynpunkt så är det främst elberoendet man behöver ha i åtanke. Samtliga system är beroende av el i större eller mindre omfattning men alla kräver det för att fungera, vilket gör samtliga system sårbara vid elavbrott. Det är dessutom viktigt att vara medveten om att ett ökat elpris innebär stora prisskillnader för elpannan medan priset för fjärrvärmen, även om den också påverkas, inte ökar fullt lika drastiskt.

Det kan även vara av intresse att hålla uppvärmningen så enkel som möjligt. Detta område kommer att vara uppvärmt med tre olika system, FTX-aggregat som återvinner värmen i den använda luften, solpaneler på taket och spetsvärme i form av fjärrvärme. Ju mer komplicerade system och ju mer beroende av el man är desto mer kan gå fel och desto större problem får man.

Efter en intervju med Patrik Håkansson på Helsingborgshem så fick vi bättre insyn i vad problemet med dessa system egentligen är. Utöver tekniska problem som verkningsgraden för FTX-aggregatet eller arkitektoniska designfel så ligger en stor del av ansvaret på hyresgästen själv.

Det är väldigt viktigt att hyresgästen redan från början är insatt i vad det är för sorts hus den kommer att bo i. Om inte tanken bakom passivhus följs så är det inte ett passivhus på det sätt som det är avsett att vara. Om kunden till exempel väljer att ha balkongdörren öppen ofta så kyls huset ner och det tar lång tid innan det har värmts upp igen. Ett passivhus är menat att utnyttja den processvärme som produceras dagligen i huset och minimera behovet av ingående energi i största möjliga mån. Om inte denna princip efterföljs så kommer huset behöva extra energitillskott och tanken bakom passivhuset går förlorad.

Passivhus är i dagens Sverige en relativt oanvänd byggmetod. Precis som Patrik Håkansson sa vill man ”helst vara medveten om vilka problem det kommer att bli innan man vet hur man ska bygga”, vilket tyvärr är väldigt svårt. Med erfarenhet av tidigare projekt kommer framtidens passivhus att utvecklas och förbättras kontinuerligt i takt med att system, material och forskning gör det.

7 Slutsatser

Examensarbetets undersökning har lett fram till att fjärrvärme ur en ekonomisk synpunkt inte är det mest fördelaktiga uppvärmningssystemet för varken Helsingborgshem eller hyresgästen.

Ur hyresgästens synpunkt är bergvärmepump det billigaste alternativet sett på lång tid förutsatt att Helsingborgshem är villiga att lägga ut den lite mer kostsamma grundinvesteringen.

Från Helsingborgshems sida är en elpanna den billigaste investeringen. Denna har dock nackdelen att ha en årlig kostnad som kan stiga kraftigt om elpriset stiger.

Energileverantören (i denna studie Öresundskraft) tjänar på affären i samtliga fall. Investeringen från deras sida till fjärrvärmesystemet är återbetalt på 1-2 år och i samtliga fall köper hyresgästen fjärrvärme och/eller el från Öresundskraft. Ett uppvärmningssystem med elpanna är det som kostar mest att köpa in energi för, vilket därmed är det som Öresundskraft hade tjänat in mest på.

En sak som samtliga system lider av är det faktum att de är alla beroende av el till en viss mängd vilket alltid innebär att de är sårbara vid elavbrott. Inget system tillverkar några lokala utsläpp och ur en drifts- och underhållssynpunkt så kommer förvaltaren att sköta systemet om det skulle bli ett problem. Med andra ord är systemen relativt lika och är upp till intressenterna själva att välja efter eget önskemål.

För att kunna skapa ett lyckat passivhus så måste hyresgästen informeras väl om hur systemen fungerar. Förstår inte kunden vad som förväntas kommer inte den tänkta energiförbrukningen för passivhus levas upp till.

För en mer djupgående rapport kan följande saker undersökas närmare:

- Fler alternativa energisystem
- Räkna med skatter såsom moms
- Mer exakta värden på energiförbrukning för området
- Ingen generalisering av de boendes energiförbrukning
- Mer uppföljning av erfarenheter från tidigare byggprojekt involverade passivhus

8 Källförteckning

8.1 Tryckta källor

Skärvad, P-H. & Olsson, J. (2007) *FöretagsEkonomi 100*.
Malmö: Liber AB

8.2 Elektroniska källor

Energimyndigheten 1, Fjärrvärme, 090316

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme/>

Energimyndigheten 2, Värmepump, 090316

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump/>

Energimyndigheten 3, Elvärme, 090316

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Elvarme/>

Helsingborgshem 1, Historia, 090611

<http://www.helsingborgshem.se/index.php?page=foretagets-historia>

Helsingborgshem 2, Modernt bostadsföretag, 090611

http://www.helsingborgshem.se/index.php?page=about_us

Helsingborgshem 3, Fakta om företaget, 090611

<http://www.helsingborgshem.se/index.php?page=fakta-om-helsingborgshem>

Miljöbarometern, (2008), 090515

<http://www.miljobarometern.helsingborg.se/key.asp?mo=3&dm=2&nt=3&tb=3>

Nibe 1, Bergvärmepump, 090601

<http://www.nibe.se/Produkter/Bergvarmepumpar/Sortimentslista/FIGHTER-1330/>

Nibe 2, Elpanna, 090601

<http://www.nibe.se/Produkter/Tillbehor/EP-26-och--EP-42/>

Områdeskarta Björka 16:1, 090426

<http://tinyurl.com/Bjorka16-1>

Passivhuscentrum 1, Passivhus, 090512

<http://www.passivhuscentrum.se/passivhus.html>

Passivhuscentrum 2, Passivhusen i Glumslöv, 090522
<http://www.passivhuscentrum.se/landskrona.html>

Öresundskraft 1, Historik, 090611
<http://www.oresundskraft.se/templates/GenericPage.aspx?id=19666>

Öresundskraft 2, Organisation, 090611
<http://www.oresundskraft.se/templates/GenericPage.aspx?id=19667>

Öresundskraft 3, Affärsidé, 090611
<http://www.oresundskraft.se/templates/GenericPage.aspx?id=18729>

8.3 Muntliga källor

Samtal och intervjuer är utförda under perioden mars-juni 2009.

Helsingborgshem, Kristian Rönnbäck
Installationsamordnare

Helsingborgshem, Patrik Håkansson
Styr- och energitekniker

NCC, Anders Svensson
Markarbeten

Nibe, Magnus Larsson
Säljare

Öresundskraft Kraft & Värme, Göran Nord
Nätplanerare

Öresundskraft Energitjänster, Anna Magnusson
Energiingenjör

Bilagor

- Bilaga 1. Beräkningar för sekundärsystem för fjärrvärme.
- Bilaga 2. Elnätavgift för Öresundskraft
- Bilaga 3. Elpriser från Öresundskraft
- Bilaga 4. Karta över primärledningen för Öresundskraft, Björka 16:1.
- Bilaga 5. Rörlägningskostnad.
- Bilaga 6. Tariff för fjärrvärme, Öresundskraft.
- Bilaga 7. Tabell C: Nuvärdesummeffaktor
- Bilaga 8. Energifberäkning för värmepump och elpanna

Bilaga 1. Beräkningar för sekundärsystem för fjärrvärme.

| | Storlek | Längd m | Antal böj/T-rör | Kostnad/m | Kostnad |
|----------------------|---------|---------|-----------------|-----------|--------------|
| Från HC | | | | | |
| VV/VVC | 2x54 | 20 | 4 | 715 | 26300 |
| KV | 13-40 | 20 | 4 | 50 | 1400 |
| | | | | | |
| Hus A | | | | | |
| VV/VVC | 2x54 | 22 | 2 | 715 | 21730 |
| VV/VVC | 2x42 | 30 | 4 | 590 | 29700 |
| KV | 13-32 | 52 | 4 | 50 | 3000 |
| | | | | | |
| Hus B | | | | | |
| VV/VVC | 2x35 | 32,3 | 5 | 565 | 33249,5 |
| VV/VVC | 2x28 | 10,4 | 1 | 460 | 7784 |
| VV/VVC | 2x22 | 10 | 1 | 380 | 6800 |
| KV | 13-32 | 42,7 | 6 | 50 | 2735 |
| KV | 13-25 | 10 | 1 | 50 | 600 |
| | | | | | |
| Hus C | | | | | |
| VV/VVC | 2x35 | 20 | 2 | 565 | 17300 |
| VV/VVC | 2x28 | 5,6 | 0 | 460 | 2576 |
| KV | 13-32 | 20 | 2 | 50 | 1200 |
| KV | 13-28 | 5,6 | 0 | 50 | 280 |
| | | | | | |
| Hus D | | | | | |
| VV/VVC | 2x54 | 50,8 | 4 | 715 | 48322 |
| VV/VVC | 2x42 | 11,2 | 1 | 590 | 9608 |
| KV | 13-40 | 28,4 | 2 | 50 | 1620 |
| KV | 13-32 | 33,6 | 3 | 50 | 1980 |
| | | | | | |
| Hus E | | | | | |
| VV/VVC | 2x42 | 42,4 | 2 | 590 | 31016 |
| VV/VVC | 2x35 | 22,4 | 2 | 565 | 18656 |
| VV/VVC | 2x28 | 11,2 | 1 | 460 | 8152 |
| VV/VVC | 2x22 | 10 | 1 | 380 | 6800 |
| KV | 13-32 | 74,4 | 2 | 50 | 3920 |
| KV | 13-25 | 10 | 3 | 50 | 800 |
| | | | | | |
| Hus F | | | | | |
| VV/VVC | 2x42 | 56 | 3 | 590 | 42040 |
| VV/VVC | 2x35 | 18 | 2 | 565 | 16170 |
| VV/VVC | 2x28 | 9 | 1 | 460 | 7140 |
| VV/VVC | 2x22 | 9 | 1 | 380 | 6420 |
| KV | 13-32 | 83 | 6 | 50 | 4750 |
| KV | 13-25 | 9 | 1 | 50 | 550 |
| | | | | | |
| Hus G | | | | | |
| VV/VVC | 2x54 | 35,6 | 4 | 715 | 37454 |
| KV | 13-32 | 35,6 | 4 | 50 | 2180 |
| | | | | | |
| Kostnad/ (böj/T-rör) | | | | | Σ 402 233 kr |
| VV/VVC | 3000 | | | | ≈ 402 300 kr |
| KV | 100 | | | | |

Bilaga 2. Elnätavgift för Öresundskraft

Säkringsabonnemang för företaget 2008

Elnätpriset består av två delar, abonnemang och elöverföring. Abonnemangskostnaden är en fast kostnad, medan elöverföringskostnaden varierar utifrån hur mycket el du förbrukar och överförs till dig via elnätet.

Följande priser gäller för säkringsabonnemang för företag i Öresundskrafts nätområde i Helsingborg. Priserna gäller från och med 2008-01-01 tills vidare, med reservation för ändringar. Vid inflyttning debiteras en inflyttningsavgift på 240 kronor exklusive moms.

Abonnemang kronor/år exklusive moms

A= Ampère

| Säkring | 16A | 20A | 25A | 35A | 50A | 63A | 80A | 100A | 125A | 160A | 200A | 250A |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Enkeltariff | 1056 | 1700 | 2140 | 3236 | 4580 | 5792 | 7680 | 9972 | 12540 | 16080 | 20372 | 24600 |
| Tidstariff* | 1604 | 2396 | 3152 | 4488 | 6424 | 8076 | 10372 | 13328 | 17080 | 21668 | 27040 | - |

*Ingen nyanslutning sker till tidstariff.

Elöverföring öre/kWh exklusive moms

| Enkeltariff | Tidstariff Högris | Tidstariff Lågris |
|-------------|----------------------|----------------------|
| 14,40 | 19,20 | 6,40 |

Högris: November-mars, mån-fre klockan 06:00-22:00

Lågris: Övrig tid

Bilaga 3. Elpriser från Öresundskraft

Elpriser

Oavsett var du bor i Sverige kan du köpa el från Öresundskraft. Du väljer själv vilken prismodell som passar dig bäst. Du som är kund hos oss men som inte har tecknat avtal om en viss prismodell har Tillsvidarepris. Samtliga priser, där inget annat anges, avser öre/kWh.

PRISMODELLER

Prisjämförelse

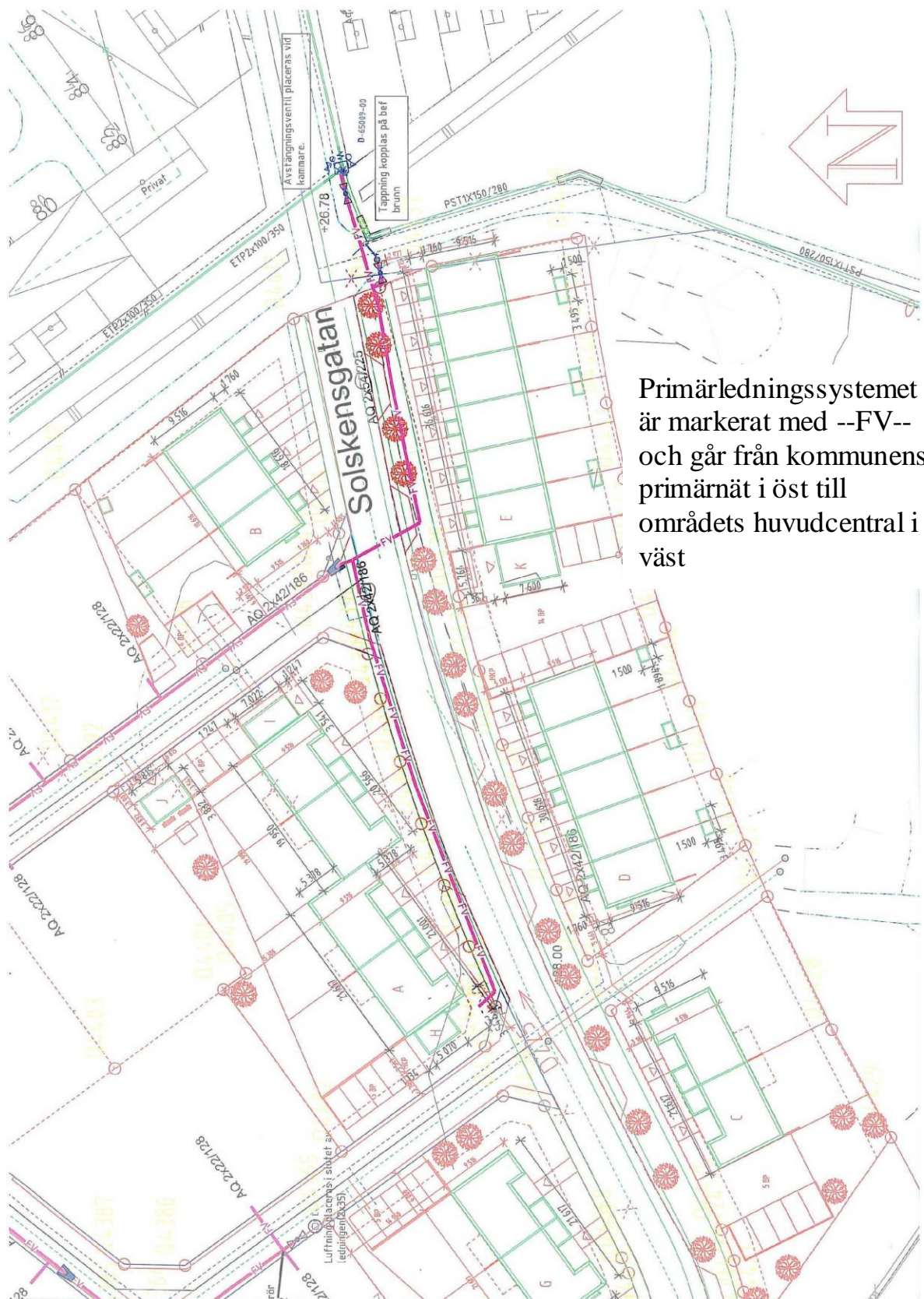
| | | Elpris inkl elcert avg | Elpris inkl skatt o moms | a) 2000 kWh | b) 5000 kWh | c) 20 000 kWh |
|---------------------|------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Fast elpris | 1 år | 53,6 | 102,3 | 119,3 | 109,1 | 104,0 |
| | 2 år | 54,4 | 103,3 | 120,3 | 110,1 | 105,0 |
| | 3 år | 55,7 | 104,9 | 121,9 | 111,7 | 106,6 |
| Rörligt elpris* | maj | 44,8 | 91,2 | 108,2 | 98,0 | 92,9 |
| Minipris* | maj | 44,5 | 90,8 | 107,8 | 97,6 | 92,5 |
| Tillsvidarepri s | maj | 62,0 | 112,8 | 129,8 | 119,6 | 114,5 |
| | juni | 64,0 | 115,3 | 132,3 | 122,1 | 117,0 |

Årsavgift tillkommer med **340** kronor inklusive moms per år. I prisjämförelsen är årsavgiften inkluderad.

Priserna avser leverans tidigast från och med **2009-08-01**. Som befintlig kund, som inte redan har avtal med bindningstid, kan du däremot välja avtalsstart en månad tidigare.

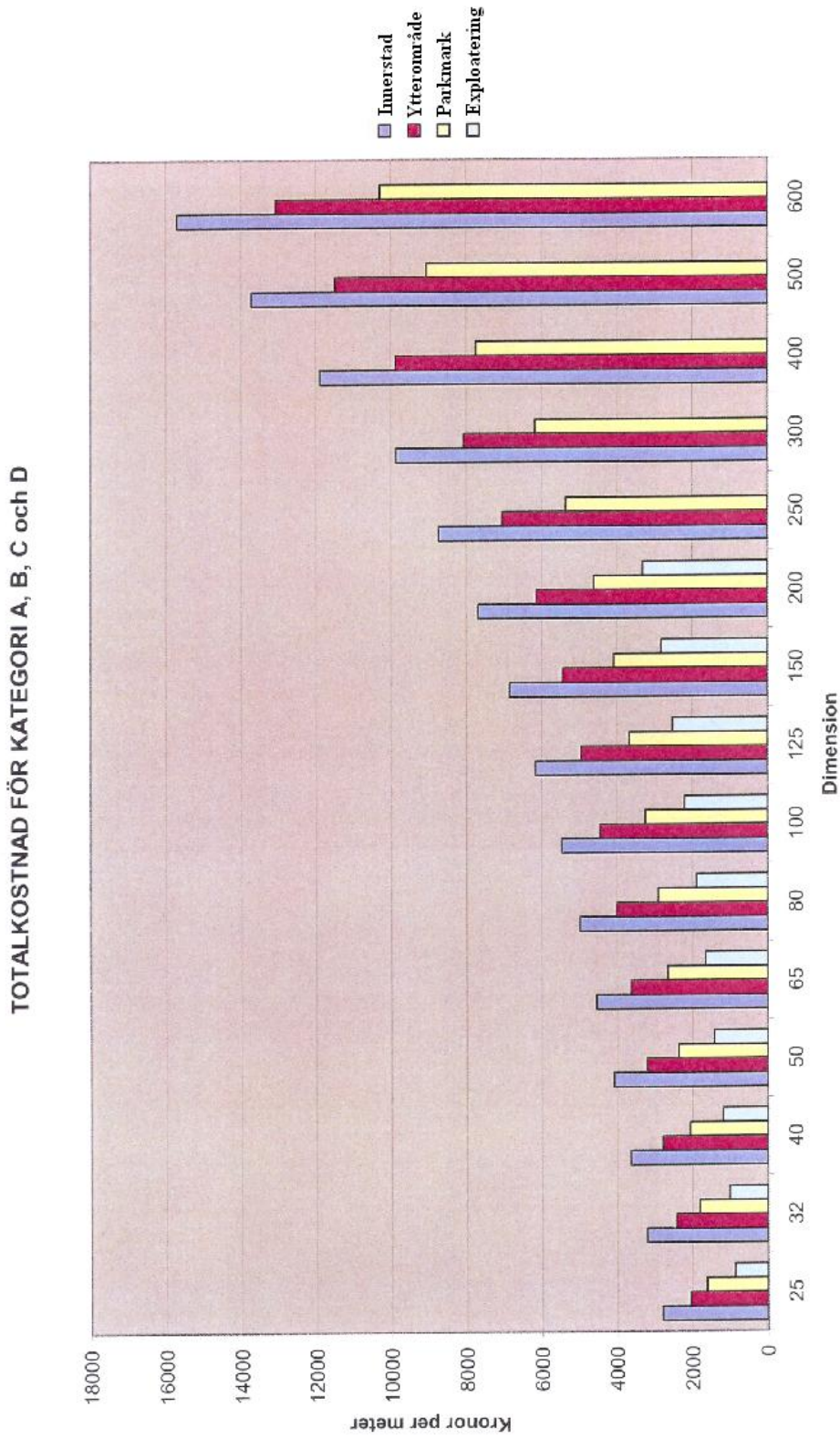
Angiven energiskatt och moms (25 %) gäller för närvarande och kan komma att ändras under avtalstiden. I vissa kommuner i norra Sverige är energiskatten lägre varför det totala elpriset förändras i dessa områden.

Bilaga 4. Karta över primärledningen för Öresundskraft, Björka 16:1.



Primärledningssystemet är markerat med --FV-- och går från kommunens primärnät i öst till områdets huvudcentral i väst

Bilaga 5. Rörläggningskostnad.



Bilaga 6. Tariff för fjärrvärme, Öresundskraft.



| Effekt kW | Fast pris kr/år | Effektpris kr/kW | Energipris öre/kWh* | | Flödespris * kr/kbm |
|----------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| | | | 1/5 - 30/9 | 1/10 - 30/4 | |
| 45 - 119 | 3 600 | 157,00 | 30,20 | 43,36 | 2,64 |
| | 4 500 inkl moms | 196,25 inkl moms | 37,75 inkl moms | 54,20 inkl moms | 3,30 inkl moms |
| 120 - 999 | 7 700 | 143,40 | 30,20 | 43,36 | 2,64 |
| | 9 625 inkl moms | 179,25 inkl moms | 37,75 inkl moms | 54,20 inkl moms | 3,30 inkl moms |
| 1 000 - 10 000 | 87 000 | 62,00 | 30,20 | 43,36 | 2,64 |
| | 108 750 inkl moms | 77,50 inkl moms | 37,75 inkl moms | 54,20 inkl moms | 3,30 inkl moms |

*För fastighetsägare med avtal om totalvärme är energipriset 46,00 öre/kWh (57,50 öre/kWh inkl moms).

Kundservice 042-490 32 00. E-post: kundservice@oresundskraft.se

**ÖRESUNDS
KRAFT**

Tabell C: Nuvärdesummeffaktor

Tabellen används vid manuell beräkning av nuvärdet av en löpande betalning i *n* perioder (år) med beaktande av kalkylräntan *r*.

Formel: $\frac{1-(1+r)^{-n}}{r}$ *r* = räntan

n = antal perioder (år)

Exempel: *r* = 12%, *n* = 8 år: $\text{Nuvf}_{12\%}^8 \text{ år} = \frac{1-(1+0,12)^{-8}}{0,12} \approx 4,9676$

| År | 1% | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% | 11% | 12% | 13% | 14% | 15% | 16% | 17% | 18% | 20% | 22% | 24% | 26% | 28% | 30% |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,9901 | 0,9804 | 0,9709 | 0,9615 | 0,9524 | 0,9434 | 0,9346 | 0,9259 | 0,9174 | 0,9091 | 0,9009 | 0,8929 | 0,8850 | 0,8772 | 0,8696 | 0,8621 | 0,8547 | 0,8475 | 0,8333 | 0,8197 | 0,8065 | 0,7937 | 0,7813 | 0,7692 |
| 2 | 1,9704 | 1,9416 | 1,9135 | 1,8861 | 1,8594 | 1,8334 | 1,8080 | 1,7833 | 1,7591 | 1,7355 | 1,7125 | 1,6901 | 1,6681 | 1,6467 | 1,6257 | 1,6052 | 1,5852 | 1,5656 | 1,5278 | 1,4915 | 1,4568 | 1,4235 | 1,3916 | 1,3609 |
| 3 | 2,9410 | 2,8839 | 2,8286 | 2,7751 | 2,7232 | 2,6730 | 2,6243 | 2,5771 | 2,5313 | 2,4869 | 2,4437 | 2,4018 | 2,3612 | 2,3216 | 2,2832 | 2,2459 | 2,2096 | 2,1743 | 2,1065 | 2,0422 | 1,9813 | 1,9234 | 1,8684 | 1,8161 |
| 4 | 3,9020 | 3,8077 | 3,7171 | 3,6299 | 3,5460 | 3,4651 | 3,3872 | 3,3121 | 3,2397 | 3,1699 | 3,1024 | 3,0373 | 2,9745 | 2,9137 | 2,8550 | 2,7982 | 2,7432 | 2,6901 | 2,5887 | 2,4936 | 2,4043 | 2,3202 | 2,2410 | 2,1662 |
| 5 | 4,8534 | 4,7135 | 4,5797 | 4,4518 | 4,3295 | 4,2124 | 4,1002 | 3,9927 | 3,8897 | 3,7908 | 3,6959 | 3,6048 | 3,5172 | 3,4331 | 3,3522 | 3,2743 | 3,1993 | 3,1272 | 2,9906 | 2,8636 | 2,7454 | 2,6351 | 2,5320 | 2,4356 |
| 6 | 5,7955 | 5,6014 | 5,4172 | 5,2421 | 5,0757 | 4,9173 | 4,7665 | 4,6229 | 4,4859 | 4,3553 | 4,2305 | 4,1114 | 3,9975 | 3,8887 | 3,7845 | 3,6847 | 3,5892 | 3,4976 | 3,3255 | 3,1669 | 3,0205 | 2,8850 | 2,7594 | 2,6427 |
| 7 | 6,7282 | 6,4720 | 6,2303 | 6,0021 | 5,7864 | 5,5824 | 5,3893 | 5,2064 | 5,0330 | 4,8684 | 4,7122 | 4,5638 | 4,4226 | 4,2883 | 4,1604 | 4,0386 | 3,9224 | 3,8115 | 3,6046 | 3,4155 | 3,2423 | 3,0833 | 2,9370 | 2,8021 |
| 8 | 7,6517 | 7,3255 | 7,0197 | 6,7327 | 6,4632 | 6,2098 | 5,9713 | 5,7466 | 5,5348 | 5,3349 | 5,1461 | 4,9676 | 4,7988 | 4,6389 | 4,4873 | 4,3436 | 4,2072 | 4,0776 | 3,8372 | 3,6193 | 3,4212 | 3,2407 | 3,0758 | 2,9247 |
| 9 | 8,5660 | 8,1622 | 7,7861 | 7,4353 | 7,1078 | 6,8017 | 6,5152 | 6,2469 | 5,9952 | 5,7590 | 5,5370 | 5,3282 | 5,1317 | 4,9464 | 4,7716 | 4,6065 | 4,4506 | 4,3030 | 4,0310 | 3,7863 | 3,5655 | 3,3657 | 3,1842 | 3,0190 |
| 10 | 9,4713 | 8,9826 | 8,5302 | 8,1109 | 7,7217 | 7,3601 | 7,0236 | 6,7101 | 6,4177 | 6,1446 | 5,8892 | 5,6502 | 5,4262 | 5,2161 | 5,0188 | 4,8332 | 4,6586 | 4,4941 | 4,1925 | 3,9232 | 3,6819 | 3,4648 | 3,2689 | 3,0915 |
| 11 | 10,3676 | 9,7868 | 9,2526 | 8,7605 | 8,3064 | 7,8869 | 7,4987 | 7,1390 | 6,8052 | 6,4951 | 6,2065 | 5,9377 | 5,6869 | 5,4527 | 5,2337 | 5,0286 | 4,8364 | 4,6560 | 4,3271 | 4,0354 | 3,7757 | 3,5435 | 3,3351 | 3,1473 |
| 12 | 11,2551 | 10,5753 | 9,9540 | 9,3851 | 8,8633 | 8,3838 | 7,9427 | 7,5361 | 7,1607 | 6,8137 | 6,4924 | 6,1944 | 5,9176 | 5,6603 | 5,4206 | 5,1971 | 4,9884 | 4,7932 | 4,4392 | 4,1274 | 3,8514 | 3,6059 | 3,3868 | 3,1903 |
| 13 | 12,1337 | 11,3484 | 10,6350 | 9,9856 | 9,3936 | 8,8527 | 8,3577 | 7,9038 | 7,4869 | 7,1034 | 6,7499 | 6,4235 | 6,1218 | 5,8424 | 5,5831 | 5,3423 | 5,1183 | 4,9095 | 4,5327 | 4,2028 | 3,9124 | 3,6555 | 3,4272 | 3,2233 |
| 14 | 13,0037 | 12,1062 | 11,2961 | 10,5631 | 9,8986 | 9,2950 | 8,7455 | 8,2442 | 7,7862 | 7,3667 | 6,9819 | 6,6282 | 6,3025 | 6,0021 | 5,7245 | 5,4675 | 5,2293 | 5,0081 | 4,6106 | 4,2646 | 3,9616 | 3,6949 | 3,4587 | 3,2487 |
| 15 | 13,8651 | 12,8493 | 11,9379 | 11,1184 | 10,3797 | 9,7122 | 9,1079 | 8,5595 | 8,0607 | 7,6061 | 7,1909 | 6,8109 | 6,4624 | 6,1422 | 5,8474 | 5,5755 | 5,3242 | 5,0916 | 4,6755 | 4,3152 | 4,0013 | 3,7261 | 3,4834 | 3,2682 |
| 16 | 14,7179 | 13,5777 | 12,5611 | 11,6523 | 10,8378 | 10,1059 | 9,4466 | 8,8514 | 8,3126 | 7,8237 | 7,3792 | 6,9740 | 6,6039 | 6,2651 | 5,9542 | 5,6685 | 5,4053 | 5,1624 | 4,7296 | 4,3567 | 4,0333 | 3,7509 | 3,5026 | 3,2832 |
| 17 | 15,5623 | 14,2919 | 13,1661 | 12,1657 | 11,2741 | 10,4773 | 9,7632 | 9,1216 | 8,5436 | 8,0216 | 7,5488 | 7,1196 | 6,7291 | 6,3729 | 6,0472 | 5,7487 | 5,4746 | 5,2223 | 4,7746 | 4,3908 | 4,0591 | 3,7705 | 3,5177 | 3,2948 |
| 18 | 16,3983 | 14,9920 | 13,7535 | 12,6593 | 11,6896 | 10,8276 | 10,0591 | 9,3719 | 8,7556 | 8,2014 | 7,7016 | 7,2497 | 6,8399 | 6,4674 | 6,1280 | 5,8178 | 5,5339 | 5,2732 | 4,8122 | 4,187 | 4,0799 | 3,7861 | 3,5294 | 3,3037 |
| 19 | 17,2260 | 15,6785 | 14,3238 | 13,1339 | 12,0853 | 11,1581 | 10,3356 | 9,6036 | 8,9501 | 8,3649 | 7,8393 | 7,3658 | 6,9380 | 6,5504 | 6,1982 | 5,8775 | 5,5845 | 5,3162 | 4,8435 | 4,4415 | 4,0967 | 3,7985 | 3,5386 | 3,3105 |
| 20 | 18,0456 | 16,3514 | 14,8775 | 13,5903 | 12,4622 | 11,4699 | 10,5940 | 9,8181 | 9,1285 | 8,5136 | 7,9633 | 7,4694 | 7,0248 | 6,6231 | 6,2593 | 5,9288 | 5,6278 | 5,3527 | 4,8696 | 4,4603 | 4,1103 | 3,8083 | 3,5458 | 3,3158 |

Bilaga 8. Energiberäkning för värmepump och elpanna



ENERGIBERÄKNING

2009-05-27

NIBE VPDIM 2.2.5

REFERENSER

| | |
|--|--|
| Säljare / Installatör | Objekt / Kund |
| NIBE AB | 36 lhg Förslag 2 |
| Box 14 | |
| 285 21 MARKARYD | LUND ? |
| 0433 - 73966,magnus.larsson@nibe.se,ML | Beräknat på 139 500 Kw/h år enl. uppgift |

PRODUKT

| | | | |
|------------|----------------------|------------|------|
| Värmepump: | NIBE FIGHTER 1330-30 | Värmekälla | Berg |
|------------|----------------------|------------|------|

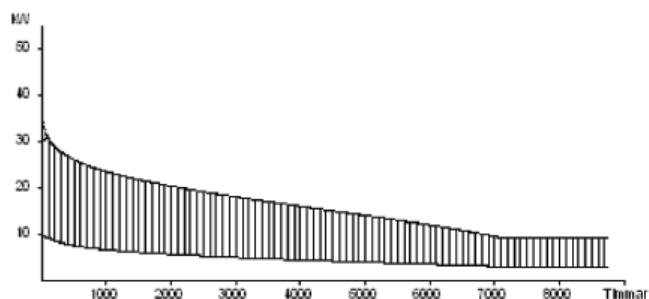
SYSTEMDATA

| | | | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|--------|
| Elförbrukning (100 %) | 139500 kWh/år | Årsmedeltemperatur | 7,7 °C |
| | | Dimensionerande utetemperatur DUT | -17 °C |
| | | Inomhustemperatur | 21 °C |
| Nettoenergiebehov (exkl hushållsel) | 139 500 kWh/år | Sol- och personvärme täcker från ca | 15 °C |
| Varmvattenbehov (ingår ovan) | 80 000 kWh/år | Framledningstemperatur vid DUT | 55 °C |
| Effektbehov | 35,8 kW | Returtemperatur vid DUT | 45 °C |

ENERGIFÖRBRUKNING MED NIBE VÄRMEPUMP

| | | | |
|------------------------------|----------------------|---------------------------|----------|
| Avgiven energi värmepump | 139 145 kWh/år | Energitäckningsgrad | 100 % |
| Drivenergi värmepump | 42 817 kWh/år | Effektäckningsgrad | 84 % |
| Tillsatsenergi, netto | 259 kWh/år | Årsvärmefaktor VP | 3,2 |
| Tillsatsenergi El, 95 % | 272 kWh/år | Årsvärmefaktor Tot | 3,2 |
| Rek. tillsatseffekt, netto | 5,7 kW | Kondensering | Flytande |
| Energiförbrukning, el brutto | 43089 kWh/år | Varmvatten från värmepump | 100 % |
| Besparing, värmepump | 96 329 kWh/år | | |

ENERGIDIAGRAM



Övre ytan - Tillsatsenergi
Mellersta streckade ytan - Besparing
Undre ytan - Drivenergi

KOLLEKTORDATA

| | | | |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------|----------|
| Aktiv borrhållslängd | 624 m | Lambdavärde | 3,0 W/mK |
| Specifikt energiuttag | 159 kWh/m | Köldbärartertemperatur in (medel) | 1,5 °C |
| Specifikt effektuttag | 35 W/m | Köldbärare temperaturdifferens | 3 °C |

NIBE AB · BOX 14 · 285 21 MARKARYD · TEL 0433 - 73 000 · FAX 0433 - 73 190

(Beräkningen grundas på erhållna uppgifter och är ej en uttastelse att resultaten skall inträffa)