

Energisystem för småhus

- En fallstudie med utgångspunkt från småhus byggda och projekterade i Malmö och Göteborg



**LUNDS
UNIVERSITET**
Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för bygg och miljöteknologi/ avdelningen för installationsteknik**

Examensarbete:
Arnesson Tobias
Eriksson Andreas

© Copyright Arnesson Tobias, Eriksson Andreas

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

Vi har i vårt examensarbete undersökt energisystem för småhus åt Skanska Teknik AB.

Att tänka på miljö blir hela tiden mer aktuellt i samhället och äldre byggnader är sällan energieffektiva då många hus byggda på till exempel 70-talet uppfördes för oljeuppvärmning eller direktverkande el. Vid nybyggnationer blir det allt viktigare med energieffektiva byggnader för vår framtida miljö, en aspekt som byggföretag tänker på för att vara attraktiva på marknaden. Nya och kommande regler i Sverige ställer högre krav på nybyggnation och ett mer innovativt tänkande. I vårt arbete har vi använt oss av två typhus som Skanska Nya Hem projekterat fram i Malmö respektive Göteborg. Dessa hus har energi och effektberäknats och utefter detta har bra kombinationer för uppvärmning, hushållsel och uppvärmning av tappvarmvatten tagits fram. Kombinationerna kommer ifrån förslag från tillverkare och installatörer genom intervjuer av dem eller genom deras respektive hemsidor. De kombinationer som vi ansett varit mest intressanta har utvärderats och sammanställts. Energiberäkningen har utförts i programmet Vip+. Resultatet visar att en värmepump med jord eller berg som värmekälla i kombination med ett FTX-aggregat är, enligt oss, den bästa lösningen. Boendekostnaden årligen för uppvärmning av hus och tappvarmvatten med denna kombination uppgår till cirka 7000 kr i båda fallen. Extra installationer som spillvattenvärmeväxlare och solfångare är i andra kombinationer inräknade, dessa ger en liten årlig besparing och är därför inte lönsamma.

Vi har också tagit kontakt med energi- och nätbolag med frågan gällande försäljning av överproducerad el från solceller eller vindkraft på den egna tomten, då vi funnit det intressant att kunna producera sin egen hushållsel och förbrukningsel till installationer i huset.

Nyckelord:

- Solceller småhus
- Solvärme småhus
- Vindkraft småhus
- Värmepumpar småhus
- Frånluftsvärmepumpar småhus
- Ventilationssystem med återvinning
- Isolering
- Fjärrvärme
- Bergvärme
- Varmvattenåtervinning
- Energiberäkningar

Abstract

We have in our thesis examined energy system for small houses for Skanska Teknik AB.

The environment is a current issue in our society and buildings from the past are rarely energy effective, since many houses built during the seventies had heating based on oil or direct electricity. In new buildings it is more and more important to be energy efficient, to meet the demands from our future environment, an aspect that construction companies are aware of to be attractive on the market. Current and coming rules in Sweden are demanding a higher standard and a more innovative thinking. In our thesis we've used two standard houses that Skanska Nya Hem has projected in Malmö and in Göteborg. These houses have been calculated in the aspects of energy and efficiency and as a result good combinations of heating, electricity and heating of tap water have been presented. The combinations come from manufacturers and installers through direct contact; interviews, or through their home pages. The combinations that were most interesting has been evaluated and summed up. The energy calculations have been done in the program Vip+. The result shows that a heat pump based on soil or bedrock combined with a FTX-unit, according to our knowledge, is the best solution. The yearly household expenses for heating the house and tap water with these combinations totals in approximately 7000 Swedish kr in both cases. Extra installations, like waste water recycling and solar heating, are at some times accounted for, but only gives a small yearly saving, and are therefore not profitable.

We have also been in contact with energy- and net companies with questions regarding the selling of surplus electricity from solar cells or wind power stations from own lots, since we've seen an interest in producing one's own electricity for the household and installations in the house.

Key words:

Solar cells

Solar heating

Wind power

Heat pumps

Waste air heat pump

Recycling ventilation systems

Isolation

District heating

Bedrock heating

Recycling hot water

Energy calculations

Förord

Detta arbete är skrivet av Tobias Arnesson och Andreas Eriksson som ett avslutande projekt i utbildningen till byggnadsingenjörer på Lunds Tekniska högskola i Helsingborg.

Skanska Teknik gav uppgiften att undersöka och sammanställa befintliga energisystem för småhus, med avgränsning från olja. Vi har utgått från två av Skanska Nya Hems typhus, Öresundsvillan, 149m² och Alfavillan på 150m². På husen appliceras lämpligt energisystem efter att husen effekt- och energiberäknats.

Under arbetets gång har vi känt att vi hela tiden har lärt oss mycket, det har också varit mycket trevligt att få det bemötande vi många gånger fått ute på mindre företag som hjälpt oss. Många har funnit det väldigt roligt att få hjälpa till och förklara saker som vi frågat om.

Speciellt tack till vår handledare Sonny Myrefelt på Skanska Teknik som varit mycket engagerad, vår examinator Mats Dahlblom som hela tiden haft sin dörr öppen för frågor och Andrea Calotescu på Skanska Teknik i Malmö som tittat på våra vip+ -beräkningar.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsning	1
1.4 Arbetsmetod	2
2 BBR-regler	3
2.1 Boverket om elvärme	3
2.2 Boverket om bibränsle, fjärrvärme	3
2.3 BÄR	4
3 Energieffektivt byggande idag	5
4 Värmeförluster i befintliga villor	6
4.1 Vindsvåningen	6
4.2 Fönster och dörrar	6
5 Energisystem	7
5.1 Solenergisystem	7
5.1.1 Solfångare.....	7
5.1.1.1 <i>Plana glasade solfångare</i>	7
5.1.1.2 <i>Solfångare med vakuumbör</i>	8
5.1.2 Solceller	9
5.1.2.1 <i>Tekniken bakom solceller</i>	9
5.1.2.2 <i>Kristallina kiselceller</i>	10
5.1.2.3 <i>Tunnsolceller</i>	10
5.1.2.4 <i>Ny teknik – solceller av plast</i>	10
5.1.2.5 <i>Solceller som byggnadsmaterial i småhus</i>	10
5.2 Vindkraft	11
5.2.1 Så funkar ett vindkraftverk.....	11
5.2.2 Vindkraften idag	11
5.2.3 Typer av vindkraftverk.....	12
5.3 Elvärme	12
5.3.1 Pris & kostnader för elvärme	14
5.4 Fjärrvärme	14
5.4.1 Spetsning med fjärrvärme	15
5.5 Värmepump	15
5.5.1 Så fungerar värmepumpen.....	16
5.5.2 Olika typer av värmepumpar	16
5.5.2.1 <i>Luftvärmepump</i>	16
5.5.2.2 <i>Frånluftsvärmepump</i>	17
5.5.2.3 <i>Ytjordvärmepump</i>	18
5.5.2.4 <i>Grundvattenvärmepump</i>	18

5.5.2.5 Sjövärmepump.....	18
5.5.2.6 Bergvärmepump	19
5.5.2.7 Dimensionering av bergvärmepump.....	19
5.6 Ventilation	20
5.6.1 Frånluft med värmepump	20
5.6.2 Från- och tilluftssystem med återvinning	20
5.6.3 Värmeåtervinningsaggregat	20
5.6.3.1 Roterande värmeväxlare.....	21
5.6.3.2 Batterivärmeväxlare	21
5.6.3.3 Plattvärmeväxlare	22
5.7 Spillvattenvärmeväxlare	22
6 Distribution av egenproducerad el.....	23
7 Fallstudier	25
7.1 Öresund 149 kvm	25
7.1.1 Teknisk specifikation Öresund 149 kvm	25
7.1.2 Effektberäkning	25
7.1.2.1 Förklaring.....	27
7.1.3 Energibalans	28
7.1.3.1 Förklaring.....	28
7.2 Alfa 150 kvm.....	29
7.2.1 Teknisk specifikation Alfa 150 kvm.....	29
7.2.2 Effektberäkning	29
7.2.2.1 Förklaring.....	31
7.2.3 Energibalans	31
7.2.3.1 Förklaring.....	32
8 Resultat	33
8.1 Vindkraft	33
8.2 Solceller.....	33
8.3 Öresundvillan.....	34
8.3.1 FTX	35
8.3.1.1 Kommentar	35
8.3.2 FTX och fjärrvärme.....	36
8.3.3 FTX och värmepump	37
8.3.3.1 Kommentar	37
8.3.4 FTX-ventilation, värmepump och spillvattenvärmeväxlare ..	38
8.3.4.1 Kommentar	38
8.3.5 FTX-ventilation, värmepump och solfångare	39
8.3.5.1 Kommentar	39
8.3.6 Frånluftsvärmepump	40
8.3.6.1 Kommentar	40
8.3.7 Frånluftssystem med värmepump	41
8.3.7.1 Kommentar	41

8.3.8 Spetsa med fjärrvärme från EON	42
8.4 Alfa	44
8.4.1 FTX	44
8.4.1.1 <i>Kommentar</i>	44
8.4.2 FTX och fjärrvärme	45
8.4.3 FTX och värmepump	46
8.4.3.1 <i>Kommentar</i>	46
8.4.4 FTX-ventilation, värmepump och spillvattenvärmeväxlare ..	47
8.4.4.1 <i>Kommentar</i>	47
8.4.5 FTX-ventilation, värmepump & solfångare	48
8.4.5.1 <i>Kommentar</i>	48
8.4.6 Frånluftsvärmepump	49
8.4.6.1 <i>Kommentar</i>	49
8.4.7 Frånluftssystem med värmepump	50
8.4.7.1 <i>Kommentar</i>	50
8.4.8 Spetsa med fjärrvärme från Göteborgs Energi	51
8.5 Kostnader	52
9 Slutdiskussion	54
10 Källor	56
10.1 Tryckta källor	56
10.2 Elektroniska källor	57

1 Inledning

Energianvändningen för byggnader utgör en stor del (40 %) av samhällets totala energianvändning. Myndigheterna, med Boverket i spetsen, har under en längre tid arbetat för att sänka nuvarande energianvändning för nybyggnation. Senaste byggreglerna innehåller krav på mätning av energianvändningen vilken då inte får uppgå till mer än kravsatt nivå i BBR. Detta är en skärpning mot tidigare då det räckt att med en energiberäkning ska visa att projekterad byggnad uppfyller satta krav.

Utöver detta har även kravnivån vid användning av elvärme förändrats. Nuvarande BBR innehåller krav på nivån för energianvändningen, men även definitionen av elvärme har förändrats. Sistnämnda påverkar i synnerhet de tekniska lösningarna för småhus utanför fjärrvärmeområden. För att få en verkningsfull sänkning av energianvändningen i byggnader måste åtgärder även vidtas i den befintliga bebyggelsen. Befintlig bebyggelse är inte enhetlig när det gäller uppvärmningssystem, en stor andel har fortfarande direktel och lite nyare områden har vanligtvis värmepump med elpatron.

1.1 Bakgrund

Nya byggregler markerar tydligt skillnaden mellan att vara ansluten till fjärrvärmenät och att ha ett eget uppvärmningssystem. Småhus byggs inte sällan i områden där fjärrvärme saknas vilket ställer tuffa krav på den tekniska lösningen för att nå uppställda krav enligt BBR. Staten ger periodvis bidrag till alternativa lösningar såsom installation av solvärme och då i syfte att påskynda en utveckling i önskad riktning. Många olika lösningar har tagits fram, en del har testats och en del har bara nått en första utvecklingsfas. Gemensamt är att nya lösningar måste tas fram för att kunna nå nuvarande kravnivå, men även för att klara framtida mål.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att sammanställa nuvarande kända energilösningar för nyproducerade småhus och att applicera några utvalda energilösningar på nybyggnation med utgångspunkt från två typhus, för att sedan genomföra jämförande energiberäkningar för lösningarna.

1.3 Avgränsning

Arbetet begränsas till att gälla nybyggda småhus och installationer som inte är äldre än fem år gamla. Oljeuppvärmning behandlas inte.

1.4 Arbetsmetod

Arbetet startades upp med litteraturstudier och sökningar på internet. Sökningen inriktades på småskaliga energilösningar exempelvis solceller, värmepumpar för småhus, vindenergi för småhus etc.

I fas två studerades befintliga energilösningar enligt tidigare nämnd avgränsning och energiberäkningar utfördes.

I fas tre studerades energilösningar enligt senaste BBR, samt kontakt med leverantörer togs.

Fas fyra innefattade applicering av lämpliga lösningar vid nybyggnad av utvalda typhus. Energiberäkning av lösningarna och ungefärliga kostnader har tagits fram genom kontakt med leverantörer.

Fas fem, bedömningar av hur framtida energilösningar kan tänkas se ut.

Fas sex är avslutningen, då materialet sammanställts till en uppsats.

2 BBR-regler

BBR är en förkortning för boverkets byggregler. Boverket är en förvaltningsmyndighet för frågor gällande byggd miljö och hushållning med mark- och vattenområden, fysisk planering, byggande och förvaltning av bebyggelse och boendefrågor. Boverket är också den myndighet som ansvarar för den centrala administrationen av statligt stöd inom sitt verksamhetsområde. Grunden för Boverkets arbete är plan- och bygglagen, byggnadsverkslagen, delar av miljöbalken samt bostadsförsörjningslagen.¹

2.1 Boverket om elvärme

I vårt arbete har vi valt att utgå från de nya bestämmelser som trädde i kraft 1 februari 2009 av Boverket. I boverkets byggregler går att läsa deras definition av ”elvärme”, vilken lyder, *uppvärmningssätt med elektrisk energi, där den installerade eleffekten för uppvärmning är större än 10 W/m² (A_{temp})*. *Exempel är berg-, jord-, sjö- eller luftvärmepump, direktverkande elvärme, vattenburen elvärme, luftburen elvärme, elektrisk golvvärme, elektrisk varmvattenberedare och dylikt. Eleffekt i fast-bränsleinstallation, som installeras för att utgöra tillfällig reserv, inräknas inte om fastbränsleinstallationen är konstruerad för permanent drift.*²

Med denna nya definition görs det svårare att klara energikraven genom att bara installera en värmepump, nu räknas också installationers förbrukningsel med såsom villavärmepumpar, den får bara uppgå till max 10 W/m² (A_{temp}). Det totala energibehovet får maximalt för hela byggnaden uppgå till 55 kWh/m² och år.³

2.2 Boverket om bibränsle, fjärrvärme

Finns möjligheten att ansluta huset till fjärrvärmenät gäller andra nivåer, likaså om det eldas med ved, pellets eller liknande. Dessa regler är inte fullt så hårda. Ett hus totala energibehov per år får då uppgå till max 110 kWh/m² och år, dubbelt så högt som för elvärme på 55 kWh/m² och år, detta gäller för klimatzon söder vilket innefattar Göteborg och Malmö.⁴

¹ Boverket 1, (2009)

² Boverket 2, (2008)

³ Boverket 2, (2008)

⁴ Boverket 2, (2008)

2.3 BÄR

BBR gäller inte för ombyggnad och tillbyggnad. För dessa fall har Boverket inte skrivit föreskrifter utan i stället gett ut allmänna råd: BÄR, Boverkets allmänna råd om ändring av byggnad.⁵

I BÄR:s allmänna råd hänvisas i flera fall till BBR. Det innebär att i dessa fall har BBR statusen allmänt råd när det gäller ”ombyggnad”. De krav som ställs i lag och förordning vid ändring beskrivs i handboks-texten i BÄR:⁶

När man ändrar en byggnad ska man uppfylla ett antal tekniska krav som finns i bygglagstiftningen. Vid tillämpningen av dessa ska man ta hänsyn till ändringens omfattning och byggnadens förutsättningar. Dessutom ska en ändring alltid utföras varsamt så att byggnadens värden ur skilda aspekter tas tillvara.

BÄR ska:

- tydliggöra varsamhetskravets innebörd
- ge en ledning för avvägningen mellan de tekniska egenskapskraven och hänsynen till ändringens omfattning och byggnadens förutsättningar
- förmedla ett praktiskt användbart förhållningssätt för att underlätta de ställningstaganden som måste göras inför och i varje ändringsprojekt.

Syftet är att förmedla ett praktiskt användbart förhållningssätt för att underlätta de ställningstaganden som måste göras inför och i varje ändringsprojekt.

När det gäller ett enskilt ärende är det byggnadsnämnden i din kommun som kan ge råd och upplysningar om vad som gäller.⁷

⁵ Boverket 3, (2009)

⁶ Boverket 3, (2009)

⁷ Boverket 4, (2009)

3 Energieffektivt byggande idag

Det finns en mängd olika faktorer som påverkar en byggnads energiförbrukning. Viktigast är att värmen som finns i byggnaden stannar i byggnaden, därför är klimatskärmen extra viktig. För att få en bra klimatskärm bör följande beaktas vid projektering:

- Kompakt form med få utstickande delar
- Flera våningar
- Låg rumshöjd
- Konstruktionsdelar med låga U-värden
- Välisolerade konstruktioner
- Obetydliga köldbryggor
- Låg fönsterandel
- Merparten fönsteryta mot syd och väst
- Hög lufttäthet
- Balanserad ventilation⁸

Gällande isoleringsmängden i en konstruktion följer nedan en rekommenderad mängd. Denna tabell är indelad i två zoner, nytt är från BBR att de delat in landet i tre zoner.

Konstruktion	Klimatzon söder	Klimatzon norr	Lågenergihus diect-el småhus
Yttervägg Lättfasad/tegel	300 mm	350 mm	450 mm
Yttervägg Putsad	270 mm	300 mm	400 mm
Vindsbjälklag	500 mm	650 mm	800 mm
Krypgrund	340 mm	400 mm	400 mm
Platta på mark	200 mm	240 mm	300 mm
Platta på mark, golvvärme	300 mm	350 mm	350 mm

⁸ Roxull, (2009)

4 Värmeförluster i befintliga villor

Värme läcker genom ett klimatskal från köldbryggor, ventilationsluft och spillvatten för att bara nämna några punkter. De detaljer i ett klimatskal som genomsnittligt läcker mest värme är oftast tak och fönster. Taken bidrar till att 15 % av värmen försvinner och 35 % genom dörrar och fönster.¹⁰

För att öka effektiviseringen av ett energisystem i ett småhus finns olika åtgärder som kan tas till, nedan listas ett par av dessa.

4.1 Vindsvåningen

Att tilläggsisolera en vind är ett enkelt ingrepp att göra för att minska energiförluster. Anta en vind på 100 m² vind med 200 mm isolering, ökas denna isolering till 500 mm minskas energiförlusterna med cirka 1600 kWh per år för en normal villa.¹¹

4.2 Fönster och dörrar

Ett annat bra alternativ är att se över vad ett fönsterbyte skulle kunna göra för energiförbrukningen. De flesta gamla fönster är tvåglas och ett nytt treglasfönster släpper bara genom en tredjedel av värmen jämfört med ett gammalt.¹²

⁹ Roxull, (2009)

¹⁰ Energimyndigheten 1, 2006

¹¹ Energimyndigheten 1, 2006

¹² Energimyndigheten 1, 2006

5 Energisystem

Det finns en mängd olika energisystem för uppvärmning av rumsluften och tappvarmvattnet. I följande kapitel listas en rad olika alternativ med en kort beskrivning för varje.

5.1 Solenergisystem

En vanlig uppfattning är att det är fler soltimmar i de sydligare länderna omkring medelhavet, men faktum är att sommartid har vi här uppe i Norden lika många soltimmar som dessa länder på grund av våra långa dagar. Därför skulle ett vanligt villatak kunna ta emot villans helårsenergiförbrukning på ca 2,5 månader från solen.¹³

Solen strålar hela tiden energi mot jorden, en del energi försvinner och en del absorberas. In mot Sverige är instrålad energi mot en horisontell yta mellan 900-1000 kWh/m² och år.¹⁴

Faktum är att all den olja, gas och uranreserver som tros kunna utvinnas på jorden, skulle ge lika mycket energi som solen strålar på några dagar.¹⁵

5.1.1 Solfångare

Skulle en solfångaranläggning kunna ta tillvara all den energi som solen strålar skulle den kunna täcka energibehovet för en villa med bara 20 m² solfångare. Detta går dessvärre inte på grund av solfångarens verkningsgrad som bäst uppgår till ca 60 %. De förluster som uppstår beror på att anläggningen, trots bra isolering, ändå avger värme till omgivningen.¹⁶

Det finns idag tre olika solfångare på marknaden, plana glasade, solfångare med vakuumrör och pool-solfångare.¹⁷

5.1.1.1 Plana glasade solfångare

Plana glasade solfångare består av en absorbator som har i uppgift att fånga in strålningen. I denna cirkulerar ett medium som kan vara luft eller vatten med glykol. Luft är lämpligt att använda i de fall där luften direkt kan användas för att värma, och inget behov av lagring finns eller i de fall då det är en tung

¹³ Energimyndigheten 2, 2002

¹⁴ Warfvinge, 2003

¹⁵ IVA, (2003)

¹⁶ Warfvinge, (2003)

¹⁷ IVA, (2003)

konstruktion och denna kan ta hand om lagringen. I övriga fall används vatten och lagring av det uppvärmda vattnet sker i en ackumulatortank. Dessa solfångare är förhållandevis billiga per kvadratmeter, de är driftsäkra och lätta att installera.¹⁸

Plana glasade solfångare är idag det vanligaste solfångarsystemet, främst för att värma tappvarmvatten, men det bedrivs försök på att få till bättre system för uppvärmning av hela huset. Med de årstidsväxlingar vi har i Sverige; mycket sol på sommaren och lite på vintern, då man framför allt vill komma åt värmen, har det länge arbetats med att komma på bättre tekniker för att kunna lagra värmeenergin som bildats från solen. Det bästa skulle vara att ackumulera värmen från sommaren till exempel nere i stora vattenlager i berget och kunna använda värmen på vintern.¹⁹

Fördelar

- Lätta och billiga att installera.
- Driftsäkra.²⁰

Nackdelar

- Lägre verkningsgrad jämfört med vakuumsolrör.²¹

5.1.1.2 Solfångare med vakuumsolrör

Solfångare med vakuumsolrör är en mycket mer avancerad och dyr teknik än glasade plana solfångare.²² Solfångare med vakuumsolrör fungerar på det viset att det är två stycken dubbelmantlade glasrör, det inre glasröret inhyser det absorberande skiktet. Mellan de båda glasrören är det vakuum och på grund av detta uppstår mindre värmeförluster. Bakom vakuumsolröret finns reflektorspeglar som fångar upp solstrålning även hos den del av vakuumsolröret som ligger i solskugga.²³

Fördelar

- Vakuumsolrör har en bättre verkningsgrad på grund av den goda isoleringen.
- Det går att utnyttja mer av solljuset under hela dagen på grund av reflektorspeglarna.

¹⁸ IVA, (2003)

¹⁹ Warfvinge, (2003)

²⁰ IVA, (2003)

²¹ IVA, (2003)

²² IVA, (2003)

²³ Cirotech, (2009)

- Vakuumrör fungerar bättre också vid låga temperaturer och lämpar sig bra till våra nordliga breddgrader i Sverige.²⁴

Nackdelar

- De är dyrare än plana solfångare att installera, dock har dessa priser fallit mycket de senaste åren och kommer kanske fortsätta så.
- På grund av dess goda isolering kan det i nederbördsrika områden som i norra Sverige ställa till problem då inte snö smälter bort från ytan.²⁵

5.1.2 Solceller

Solceller har funnits i många år, framförallt på sådana platser som saknar fast nätanslutning. Redan på 1950-talet skickades satelliter upp i rymden som drevs av solceller, på 70- och 80-talet kom de till att användas som energikälla till fyrar på haven eller nödtelefoner på fjällen. Alternativet var att dra kabel för en nätanslutning, något som sällan visade sig vara ekonomiskt försvarbart. I utvecklingsländer utan fast elnät är det förhållandevis vanligt med solceller för dem som har pengar; det skapar el till vattenpumpar, lyser upp skolor och sjukhus mm.²⁶

Det skiljs idag på två kategorier av solceller, nätanslutna och icke nätanslutna. De nätanslutna är kopplade med en växelriktare till elnätet för att få den växelström som här används.²⁷

Den senaste tiden har länder som Tyskland, Japan och USA märkt en ökad användning av nätanslutna solcellssystem, detta på grund av det ökade energipriset.²⁸

5.1.2.1 Tekniken bakom solceller

En solcell är uppbyggt som en skiva av ett halvledarmaterial med kontakter på fram och baksida. När solljuset, fotonerna, träffar materialet polariseras den så att framsidan blir negativt laddat och baksidan positivt. På fram- och baksida kopplas det in kontakter som tar upp strömmen som bildas och leder den ut på det egna elnätet. En kiselcell producerar ca 0,5 Volts spänning, detta är inte mycket, därför seriekopplas flera stycken till önskad effekt.²⁹

²⁴ Cirotech, (2009)

²⁵ Cirotech, (2009)

²⁶ IVA, (2003),

²⁷ Energimyndigheten 3, (2007)

²⁸ Svensk solenergi, (2009)

²⁹ Svensk solenergi, (2009)

I huvudsak kan det sägas att det finns två typer av moduler på marknaden idag; kristallina kiselceller och amorfa kiselceller (tunnfilmssolceller).³⁰

5.1.2.2 Kristallina kiselceller

Kristallina solceller består av en 0,5 millimeter tjock skiva av kristallint kisel. Dessa solceller eller moduler har en verkningsgrad på ca 15 % och det är den mest vanliga ute på marknaden där andelen uppgår till 80-90 %.³¹

5.1.2.3 Tunnfilmssolceller

Modulen är uppbyggd på ny teknik som gör att skivan bara är några mikrometer tjock, de är 100 gånger tunnare än kristallina solceller. Detta gör dem billigare att tillverka och sänker på så vis försäljningspriset, verkningsgraden är dock också lägre än kristallina solceller.³² Alternativ till kisel när det gäller denna teknik är ämnen som galliumarsenid, koppar-indium-gallium-diselenid (CIGS) och kadmiumtellurid. Dessa ämnen ger en väldigt hög verkningsgrad (rekord 41 %, se nedan) dock är de dyra att tillverka och detta tar ner efterfrågan.³³

5.1.2.4 Ny teknik – solceller av plast

I framtiden kan solceller komma att bestå av plast. Detta material är inte bara billigare att framställa, det ger också mindre påverkan på miljön vid framställningen. Plast är också lättare att fästa olika material vid och gör det lättare att arbeta med. Nanovetenskapen kan leda till att ”plastsolcellen” blir mer effektiv i framtiden och flera forskarlag arbetar med detta världen över.³⁴

Tidigare i år, 2009, publicerade tidningen Ny Teknik att ett rekord med solceller hade slagits i Tyskland. Forskare hade med hjälp av flera linser koncentrerat solljuset ner mot en gallium-indium solcell, vilket resulterade i en verkningsgrad på hela 41,1 %. Med denna teknik kommer solcelltekniken snart att verkligen konkurrera med den vanliga energiproduktionen tror forskarna.³⁵

5.1.2.5 Solceller som byggnadsmaterial i småhus

Att använda solceller som byggnadsmaterial i väggar, tak och fönster skulle spara markyta på små tomter och kunna göra investeringen mer attraktiv då

³⁰ Energimyndigheten 3, (2007)

³¹ IVA, (2003)

³² Svensk solenergi, (2009)

³³ IVA, (2003)

³⁴ Westenhoff, (2008)

³⁵ Ny Teknik 1, (2009)

andra material kan minskas ned. Det finns företag som producerar aluminiumskivor täckta av solceller som lämpar sig som taktäckning eftersom de är vattentäta. Solceller kan släppa in ljus men inte ge någon direkt insyn i huset. Genom att fördela solcellerna på husets yta minskas också ledningsdragning och de energiförluster som då uppstår.³⁶

5.2 Vindkraft

Av de förnyelsebara energikällorna är vindkraften den som utvecklats mest. Vindkraft producerar absolut ren energi; den behöver inga miljöfarliga bränsletransporter, ger inga utsläpp och lämnar inget miljöfarligt avfall efter sig. Vindkraften växer mycket fort, under de första åren på 2000-talet ökade de stora bolagen sin omsättning mellan 30-40 % per år.³⁷

Sedan början av 1980-talet har storleken på vindkraftverken fördubblats ca vart fjärde år. År 2002 lanserades vindkraftverk på 3-5 MW och fortsätter utvecklingen i samma takt kommer vindkraften år 2010 vara på ca 10 MW.³⁸

5.2.1 Så funkar ett vindkraftverk

Bladen på vindkraftverken står lite snett i förhållande till vindriktningen. Då bladen träffas av vinden tvingas luften åt ena hållet och bladet åt andra, rotorbladen roterar därför. Rotorbladen är monterade på huvudaxeln, tillsammans med växellåda, generator och tillhörande lager. Under maskinhuset, som sitter överst finns en girmotor. Girmotorn ställer in riktningen på vindkraftverket så att det träffas av vinden. Huvudaxeln omvandlar rotorbladens rörelse till el med hjälp av en generator.³⁹

5.2.2 Vindkraften idag

Vid årsskiftet 2007/2008 var Sverige 18:e flitigaste nation att använda sig av vindkraftverk i världen, med en sammanlagd effekt på 788,7 MW. Tyskland hade under samma tidpunkt vindkraftverk med en sammanlagd effekt på 22 247,4 MW och var med denna siffra och 4500 MW marginal, på en topplats i världen.⁴⁰

Utbyggnadstakten av vindenergi beror på landets energipolitik. I Danmark finns det ”vindmøllelaug”, dvs. kooperativa föreningar där ett hundratal

³⁶ IVA, (2003)

³⁷ Wizelius, (2007)

³⁸ Wizelius, (2007)

³⁹ Wizelius, (2007)

⁴⁰ WWEA, (2008)

villaägare kan satsa några tusen kronor för att gemensamt köpa ett vindkraftverk för några miljoner och därmed förse sina villor med miljövänlig el. År 2007 var ca 70 000 danskar delägare i vindkraftverk.⁴¹

5.2.3 Typer av vindkraftverk

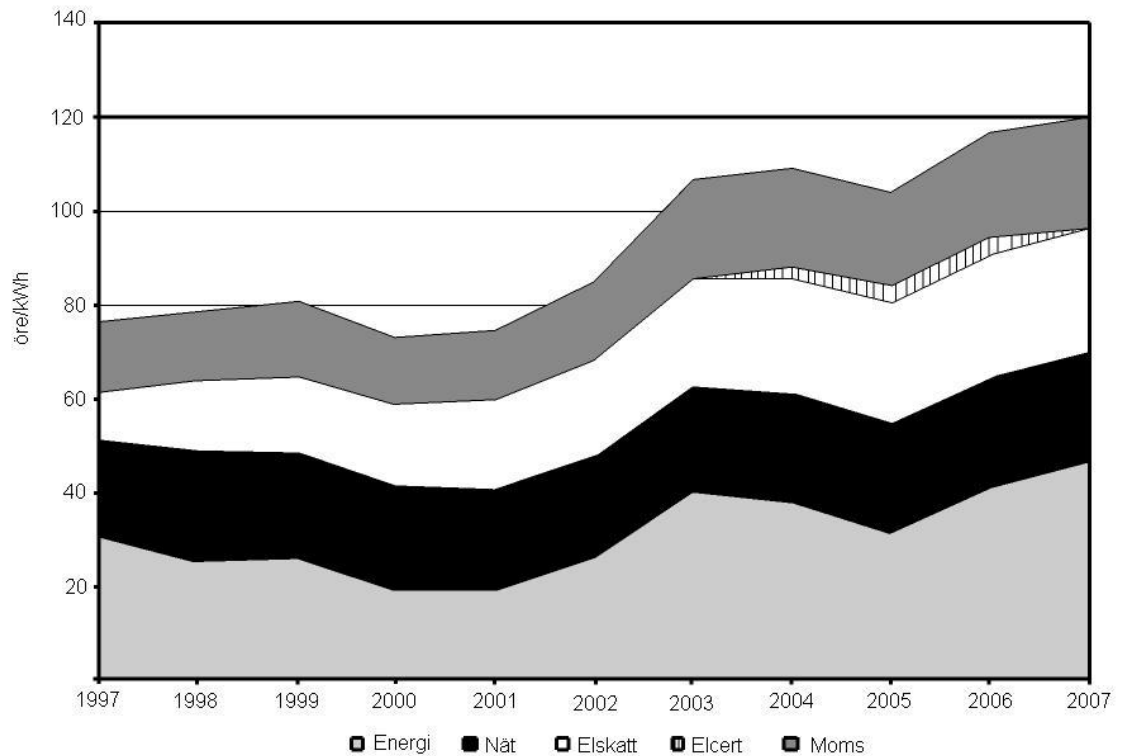
Vindkraft utvecklas hela tiden och blir bättre; de verk som idag skulle vara intressanta för ett småhus är så kallade gårdsverk. Gårdsverk har en rotordiameter på 1-15 m och 1-50 kW effekt. De används på tex gårdar för att producera el för eget bruk, eller för uppvärmning via elpatron.

5.3 Elvärme

Elvärme som uppvärmning kom att öka kraftigt på 70-talet då oljepriset sköt i höjden. I Sverige, med mycket vattenkraft och utbyggnad av kärnkraft vid samma tidpunkt, blev elvärme till en mycket konkurrenskraftig uppvärmningskälla. Vi har de senaste 15 åren i Sverige kunnat se en stadig minskning av elvärmeanvändandet beroende på det kraftigt ökande elpriserna. Minskningen har gett utrymme i många fall för värmepumpen. Hushållselen har dock ökat, detta i takt med de allt fler tekniska prylar vi fyller våra hus med.⁴²

⁴¹ Wizelius, (2007)

⁴² Svensk energi 1, (2005)



Prisutvecklingen för en typisk villakund med elvärme och 1- års avtal 1997-2007

Figur 1 Prisutvecklingen för en typisk villakund med elvärme

Källa: SCB, skatteverket och energimåknadsinspektionen

Direktverkande el var länge självklart att installera i småhus, det var lätt och billigt att installera samt lätt att justera. Det som krävdes för installation var bara en kontakt i väggen.⁴³

I december 2005 fattades ett beslut om konverteringsstöd från riksdagen gällande direktverkande el till i första hand fjärrvärme, men också berg-, sjö-, eller jordvärmepump, detta för att minska elanvändningen.⁴⁴

Fördelar med direktverkande el

- Lätt och billigt att installera
- Enkelt att justera in den önskade temperaturen⁴⁵

Nackdelar med direktverkande el

- Stort beroende av energimarknadens prissvängningar
- Vädring med öppna fönster för att sänka höga temperaturer, på så vis stora energiförluster⁴⁶

⁴³ Warfvinge, (2003)

⁴⁴ Energimyndigheten 4, (2007)

⁴⁵ Warfvinge, (2003)

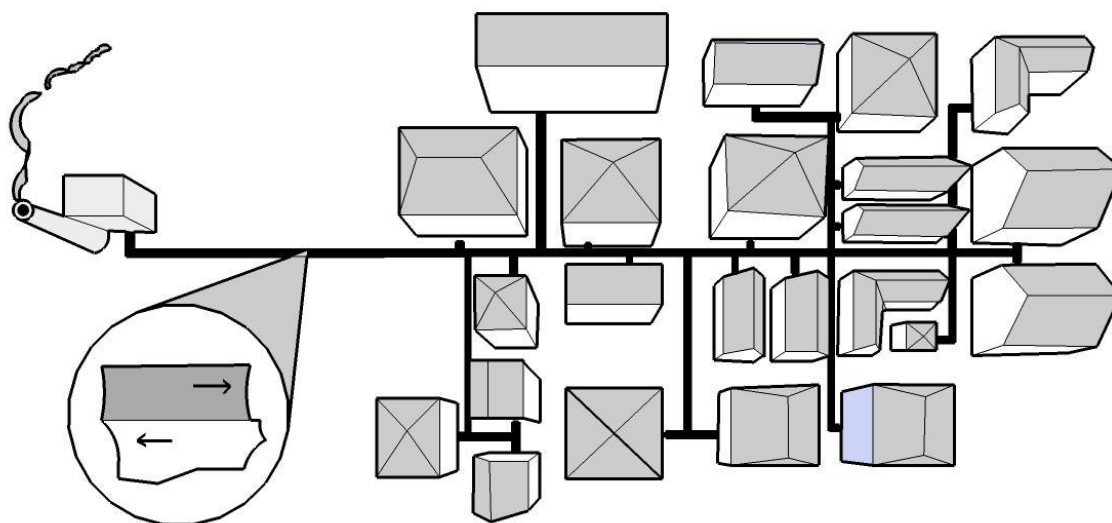
5.3.1 Pris & kostnader för elvärme

Kostnaden för att installera elvärme är lägre än många andra system. Det negativa är dock att konsumenten, precis som med oljevärme, blir helt beroende av energimarknadens prissvängningar. Direktverkande elradiatorer kostar cirka 1 000–2 000 kr styck vid inköp.

- Elpanna/elpatron och varmvattenberedare: cirka 35 000 kr.
- Elkostnad per år: cirka 20 000 kr för en normalvilla.⁴⁷

5.4 Fjärrvärme

Fjärrvärme bygger på att villaägare inte har varsin värmepanna utan istället är alla inkopplade till en och samma, ett värmeverk. Detta värmeverk levererar ut värme genom ett kulvertnät till anslutna hus. Detta innebär mindre arbete för t.ex. en småhusägare som tidigare kanske hade haft sotning, eldning eller bränslepåfyllning att tänka på.⁴⁸



Figur 2 Fjärrvärmenät

För att kunna ta emot den värme som kommer i kulvertnätet in i huset, måste detta utrustas med en fjärrvärmecentral. I denna finns två värmeväxlare, en för varmvatten och en för värme. Fjärrvärmens miljöpåverkan är starkt beroende av vilket insatsbränsle som används i värmeverket, det är dock mer miljövänligt med en stor panna än flera små. En annan viktig fråga att beakta

⁴⁶ Energimyndigheten 4, (2007)

⁴⁷ Energimyndigheten 4, (2007)

⁴⁸ Energimyndigheten 5, (2009)

är de energiförluster som uppstår under transporten genom kulvertnätet; är det relevant med fjärrvärme ur ett miljöperspektiv med långa sträckor? Det är därför svårt att göra en generell miljöbedömning på fjärrvärme.⁴⁹

De flesta aspekter på fjärrvärme är bra om man bor i ett utbyggt område och det finns bra priser, dock är kunden sårbar vid elavbrott då fjärrvärmecentralen drivs av el. Dessutom finns ingen möjlighet att välja leverantör då det oftast bara finns en med utbyggt nät.⁵⁰

5.4.1 Spetsning med fjärrvärme

Möjligheter att spetsa (använda fjärrvärme som en andra uppvärmningskälla), vintertid med fjärrvärme är en fråga fjärrvärmeleverantörer ofta får, då privata fastighetsägare vill slippa spetsningen med elpatron under de kallare dagarna. Det är dock ett stort problem för leverantörerna av fjärrvärme då den sålda energin är låg i förhållande till den anslutna effekten, plus att detta då också sker under vintern då nätet normalt är högt belastat.⁵¹

5.5 Värmepump

Värmepumpen blir en allt vanligare värmekälla i svenska småhus. Den kan minska uppvärmningskostnaderna till hälften eller en tredjedel i jämförelse med direktel.⁵² För varje kilowattimme el det krävs för att driva en värmepump genererar den ca tre kilowattimmar som värme till huset. Detta samband mellan tillförd och avgiven energi kallas värmefaktor.⁵³ Då värmepumpen inte kan producera en lika hög temperatur som en el- eller oljepanna är det viktigt att radiatorernas yta är tillräcklig för uppvärmningen med den lägre framledningstemperaturen.⁵⁴

Värmepumpar grundar sig på tre fysikaliska principer

1. alla vätskor, gaser eller fasta ämnen innehåller värme då det håller en temperatur över den absoluta nollpunkten (-273°C).
2. ångbildningsvärmens utnyttjas i värmepumpen, dvs. den värme som krävs för att något ska övergå från flytande form till ånga. Denna värme fås tillbaka när ångan återgår till vätska, kondenserar.
3. en gas som komprimeras och på så vis får ett högre tryck blir varmare vid tryckökningen och kompressorenergien tillförs gasen.

⁴⁹ Energimyndigheten 5, (2009)

⁵⁰ Energimyndigheten 5, (2009)

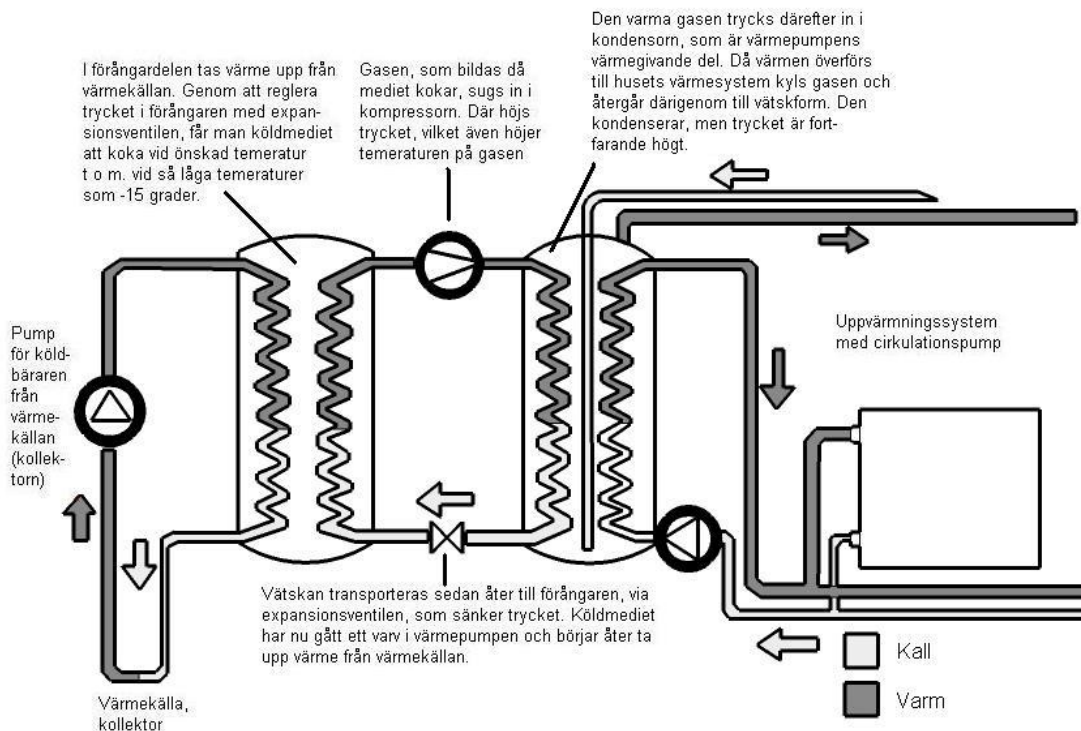
⁵¹ Selinder, Walletun & Zinko, (2003)

⁵² Warfvinge, (2003)

⁵³ Energimyndigheten 6, (2007)

⁵⁴ Energimyndigheten 7, (2006)

5.5.1 Så fungerar värmepumpen



Figur 3 Så fungerar värmepumpen

Bildkälla: Värmepumpar 1994

När köldbäraren utsätts för exempelvis nollgradig utomhusluft kommer köldmediet i förångaren att börja koka. Gasen som bildas sugas vidare till kompressorn där trycket ökar och därmed även temperaturen. Den varma gasen trycks sedan in i kondensorn där värmen överförs till husets värmesystem. Gasen kyls av och bildar återigen vätska, fortfarande under högt tryck. Vätskan transporteras nu till förångaren via strypventilen och trycket sjunker. Köldmediet har nu gått ett varv i värmepumpen.⁵⁵

5.5.2 Olika typer av värmepumpar

Det finns olika typer av värmepumpar: luft-, ytjord-, berg-, grundvatten- och sjövärmepumpar⁵⁶, dessa kommer att gås igenom i kommande avsnitt.

5.5.2.1 Luftvärmepump

Luftvärmepumpen är den enklaste och billigaste värmepumpen, den tar sin värme från uteluften. Luften passerar en värmeväxlare med hjälp av en fläkt, i värmeväxlaren sker förångningen och värmen kan tillgodogöras. Fläkten och förångardelen är placerade utomhus, medans kondensordelen finns inomhus. Då värmebehovet i våra villor är som störst, är uteluften som kallast.

⁵⁵ Värmepumpar, (1994)

⁵⁶ Värmepumpar.nu, (2009)

Luftvärmepumpen är därför inte tillräckligt effektiv för att värma en hel villa men fungerar utmärkt som komplement till andra uppvärmningssystem.⁵⁷

Det skiljs på två olika typer av luftvärmepumpar luft/luft och luft/vatten. En luft/luftvärmepump är kopplad till ett eller flera väggvärmeelement som sitter uppsatta högt på väggen och blåser in den varma luften i huset. Det är därför viktigt att huset har en öppen planlösning för att få fördelning på luften över en större yta. En luft/luftvärmepump fungerar utmärkt som komplement till villor utan vattenburet radiatorsystem, då värmen transporteras fritt i inneluften.⁵⁸ En besparing på 30-50 % av husets värmebehov, exklusive tappvarmvatten är möjligt. På sommaren kan en luft/luftvärmepump även användas som avfuktare och luftkonditionering, den ger förstås ingen energibesparing vid detta användningsområde. Priset för en luft/luftvärmepump ligger på mellan 15 000-35 000 kr beroende på installation, fabrikat och storlek.⁵⁹

En luft/vattenvärmepump kan anslutas till en varmvattenberedare och blir därmed ett effektivt komplement till villor som redan värms med vattenburet system. Luft/vattenvärmepumpen kan samköras med olja, el, ved, pellets, solfångare och övriga vattenburna uppvärmningssystem.⁶⁰

Luft/vattenvärmepumpen är både effektivare och dyrare än luft/luftvärmepumpen. En energibesparing på 50-60 % av husets varmvatten samt inomhusluft är möjlig. Luft/vattenvärmepumpen kostar mellan 50 000-110 000 kr inklusive installation beroende på vad som ingår, storlek och fabrikat.⁶¹

5.5.2.2 Frånluftsvärmepump

I dagens välisolerade och täta villor används mekaniskt ventilationssystem. En frånluftsvärmepump tar sin värme från luften som ventileras ut och med denna teknik går det att spara en tredjedel av husets värmebehov.⁶² Idag förses 90 % av alla nybyggda villor med frånluftsvärmepumpar och priset ligger mellan 25 000-70 000 kr inklusive installation, beroende på installationssvårigheten, storlek och fabrikat.⁶³ Frånluftsvärmepumpen finns utförligare beskriven under rubriken 5.6.1. *Frånluft med värmepump*

⁵⁷ Mårtensson, (2007)

⁵⁸ Mårtensson, (2007)

⁵⁹ Energimyndigheten 8, (2007)

⁶⁰ Mårtensson, (2007)

⁶¹ Energimyndigheten 8, (2007)

⁶² Mårtensson, (2007)

⁶³ Energimyndigheten 8, (2007)

5.5.2.3 Ytjordvärmepump

Värme från solstrålning samt regnvatten under den varma årstiden sipprar ner och lagras i marken. Lagringseffekten är beroende av jordens termodynamiska egenskaper - fuktigare jord ger en större lagringseffekt. Vid användning av en ytjordvärmepump grävs en lång pvc-slang ner till frostfritt djup, så kallad kollektorslang. Slangens längd varierar med avseende på energibehovet, en tumregel är att det krävs ca 100 meter slang per kubikmeter olja som huset konsumerat för uppvärmning. Ytjordvärme är ungefär lika effektivt som bergvärme och passar bra till energikrävande hus med stora tomter. Vätskan i kollektorslangen transporteras långsamt runt i det slutna systemet och tar till sig av gratisvärmen i marken för att sedan leda värmen vidare in i förångaren.⁶⁴

5.5.2.4 Grundvattenvärmepump

Grundvattnet har en jämn temperatur året om, +4 till +8 grader, och är därför mycket lämpligt som värmekälla. Grundvattenvärmepumpen använder grundvattnet som köldbärare. En förutsättning är dock att grundvattnet finns i tillräcklig mängd och kvalitet. Mängden grundvatten som värmepumpen behöver är beroende av grundvattnets temperatur, vid låg temperatur erfordras ett större flöde.⁶⁵

Några fördelar

- Hög och jämn temperatur på köldbäraren.
- Har oftast den bästa värmefaktorn då grundvattentemperaturen är hög, normalt 4-8°C, men vid vissa ställen ända upp till 12°C.
- Kan användas till stora effekter.
- Stor driftsäkerhet och lång livslängd.

Några nackdelar

- Öppet system vilket medför att föroreningar i grundvattnet kan sätta igen värmeväxlaren.
- Kvalitén på grundvattnet är av betydelse.
- Huruvida tillgången till vatten är tillräcklig är osäkert innan borring.⁶⁶

5.5.2.5 Sjövärmepump

En sjövärmepump fungerar som en ytjordvärmepump, skillnaden är att kollektorslangen placeras i ett vattendrag. Det finns två lösningar på

⁶⁴ Mårtensson, (2007)

⁶⁵ Qvantum, (2009)

⁶⁶ SVEP, (2009)

placeringen av kollektorslangen, antingen på grunt vatten med frysskyddsmedel i eller på djupt vatten, där det inte fryser. Det viktiga är att slangen förankras sjöbotten, då även värmen i botten sedimentet kan tas till vara på då det ofta är lite varmare än vattnet. Vid början av vintern sjunker en sjös lagrade medelvärm, men när isen kommer fungerar detta som en skyddande hinna för värmeutstrålningen. Bottentemperaturen brukar ligga runt +4 grader på vintern då vatten är som tyngst vid denna temperatur.⁶⁷

5.5.2.6 Bergvärmepump

Bergvärmepump innebär att det borrar ett, eller flera hål ner i berggrunden, som håller en förhållandevis jämn medeltemperatur. Hur djupt det måste borrar varierar men det ligger mellan 60-200 meters djup beroende på energibehovet, 120-150 meter är vanligast förekommande. Värmepumpen kopplas till hålet eller hålen via kollektorslangen som innehåller vatten och frysskyddsvätska. Kollektorslangen är ett slutet system, precis som i ytjordvärmen och kommer alltså inte i direktkontakt med borrhålet utan utviner endast värmen se figur 3 *Så fungerar värmepumpen*. Det brukar räkna med att en energibrunn ger 20-40 W/meter aktivt borrhål, dvs. den sträcka som finns mellan grundvattennivån och botten på hålet. Medeltemperaturen i berggrunden varierar en del beroende på var i Sverige. I Kiruna är den ca +2 °C och i Skåne upp till +8 °C.⁶⁸

5.5.2.7 Dimensionering av bergvärmepump

Vid dimensionering av värmepump brukar det dimensioneras för 60-70 % effekttäckning av husets maximala behov (värsta dagen), vilket kommer att ge ca 90 % av årsenergiförbrukningen.⁶⁹ Kalla dagar då detta inte räcker kompletteras det med en annan energikälla. Skulle huset kräva mycket energi, så att borrhålet skulle behöva vara över 200 meter brukar man borra två lite grundare hål. Det är dock viktigt att hålen inte borrar för nära varandra, då de tar energi från samma område. Minst 20 meters mellanrum bör de ha.⁷⁰

Berg-, ytjord- och sjövärmepumpar ger ungefär samma energibesparing, mellan 50-70 %. Priset varierar mellan 30 000-90 000kr beroende på storlek, installation och fabrikat. Kostnaden för borrhållning eller nedgrävning av kollektorslangen utgör en stor del av den totala kostnaden, men går värmepumpen sönder finns slangen kvar, redo för att kopplas på en ny pump.⁷¹

⁶⁷ Mårtensson, (2007)

⁶⁸ Mårtensson, (2007)

⁶⁹ Energimyndigheten 6, (2007)

⁷⁰ Mårtensson, (2007)

⁷¹ Energimyndigheten 8, (2007)

5.6 Ventilation

I äldre villor fungerar ventilationen oftast med självdrag via ventiler, murstockar och otätheter. I dagens välisolerade och täta villor används mekaniskt ventilationssystem. Byggnormen för nybyggnad föreskriver att husets luftvolym ska bytas minst varannan timme.⁷² Nedan kommer ett antal alternativ förklarar närmare

5.6.1 Frånluft med värmepump

Värmeåtervinningen sker med hjälp av en frånluftsvärmepump eller värmeväxlare. Med denna teknik går det att spara en tredjedel av husets värmebehov. Värmen tas tillvara ur frånluften med hjälp av värmepumpens förångardel som är placerad i frånluftskanalen. Värmen överförs från frånluften till ett vattenburet värmesystem eller tappvarmvattnet. Idag förses 90 % av alla nybyggda villor med frånluftvärmepumpar.⁷³ Priset ligger mellan 25 000-70 000 kr inklusive installation, beroende på installationssvårigheten, storlek och fabrikat.⁷⁴

5.6.2 Från- och tilluftssystem med återvinning

Med ett Från- och tilluftssystem med återvinning, FTX- system, återvinns värmen från frånluften för att värma tilluften. Frånlufttemperaturen har ständigt samma eller högre temperatur än rumstemperaturen och stora delar av året betydligt större än uteluftstemperaturen. Ett FTX- system installeras i energibesparande syfte och minskar uppvärmningsbehovet av tilluften med 70-80 %. Systemet kräver regelbunden kontroll för om filtret i frånluftaggregatet sätts igen uppstår ett oönskat övertryck som kan medföra fuktproblem i fasaden.⁷⁵

5.6.3 Värmeåtervinningsaggregat

Att värma tilluft i ett hus är en energikrävande procedur då tilluften normalt understiger 15-20°C, vilket är den önskade inblåsningstemperaturen. Frånluftstemperaturen brukar ligga omkring 24°C, därför används frånluften till att förvärma tilluften.⁷⁶ Nedan följer ett antal system för att göra denna värmväxling.

⁷² Warfvinge, (2003)

⁷³ Mårtensson, (2007)

⁷⁴ Energimyndigheten 8, (2007)

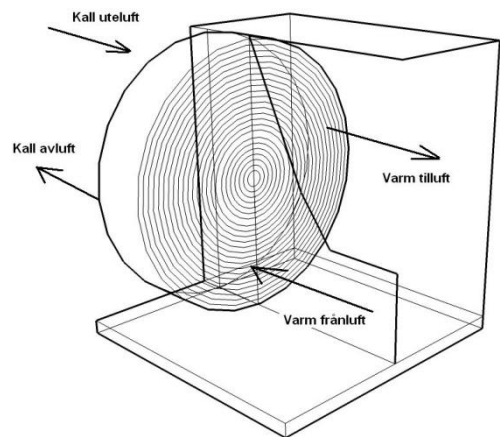
⁷⁵ Warfvinge, (2003)

⁷⁶ Warfvinge, (2003)

Då kraven på tilluften är av den typen att det inte får återinföras använd frånluft måste en växling på från- och tilluft ske, detta sker genom en värmeväxlare för att tilluften ska nå en önskad temperatur.⁷⁷

5.6.3.1 Roterande värmeväxlare

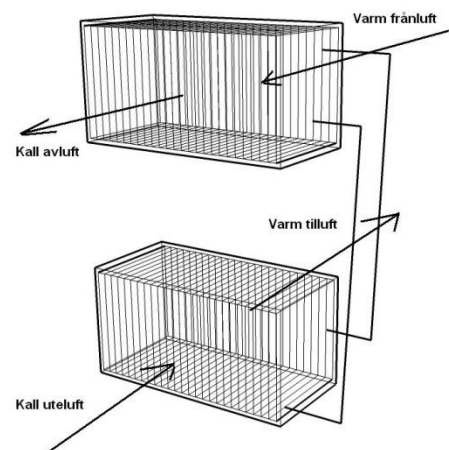
En roterande värmeväxlare består av ett roterande hjul med små kanaler. Hjulet snurrar i både frånluftskanal och tilluftskanal, delen på hjulet i frånluften fångar upp värme och eventuell fukt i små kanaler som följer med upp och avges i tilluftskanalen. Detta system är i kontakt med både från- som tilluft trots detta är partikelöverföringen låg. Temperaturverkningsgraden kan vara upp till 85 % för en roterande värmeväxlare, önskas en lägre verkningsgrad sänks hastigheten på hjulet.⁷⁸



Figur 4 Roterande värmeväxlare

5.6.3.2 Batterivärmeväxlare

Detta system består av två batterier, det ena i frånluftskanalen det andra i tilluftskanalen. Mellan batterierna cirkulerar vatten som värms i ena batteriet och avges i det andra. Systemet är inte i kontakt med både tilluft och frånluft därför är denna värmeväxlare lämplig då stora hygieniska krav ställs. Temperaturverkningsgraden är upp till omkring 60 %.⁷⁹



Figur 5 Batterivärmeväxlare

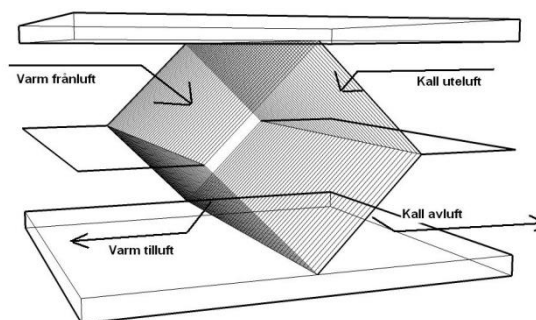
⁷⁷ Warfvinge, (2003)

⁷⁸ Warfvinge, (2003)

⁷⁹ Warfvinge, (2003)

5.6.3.3 Plattvärmväxlare

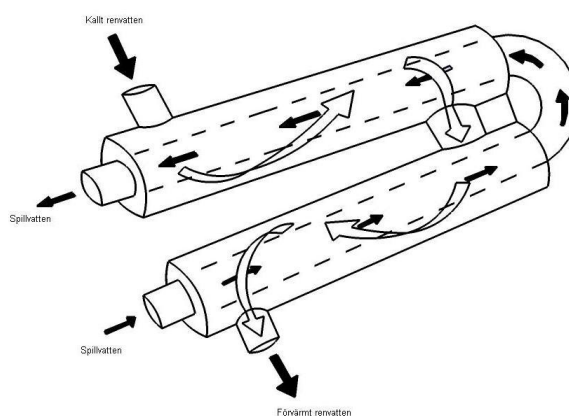
En plattvärmväxlare består av plåtar som lagts ihop växelvis så att tilluften och frånluften passerar varandra i varannan kanal, ingen direkt kontakt sker mellan från- och tilluft. Temperaturverkningsgraden är cirka 70 %.⁸⁰



Figur 6 Plattvärmväxlare

5.7 Spillvattenvärmväxlare

För återvinning av värme i spillvatten kan en spillvattenvärmväxlare användas. Den återvinner värmen som finns i varmvatten som spolas ut i samband med dusch, bad och annan varmvattenförbrukning.⁸¹ Principen bygger på att orenat spillvatten lämnar värme till inkommande kallt rent vatten.⁸² Det varma spillvattnet leds motströms i ringspalten mellan rören innan det skickas ut på det kommunala nätet. I det inre röret leds det kalla inkommande vattnets som sedermera används som tappvarmvatten.⁸³



Figur 7 Spillvattenvärmväxlare

⁸⁰ Warfvinge, (2003)

⁸¹ Energirådgivarna, (2009)

⁸² Powerproducts, (2004)

⁸³ Powerproducts, (2004)

6 Distribution av egenproducerad el

Tidigt i vårt examensarbete gick funderingar kring möjligheter att producera egen el via exempelvis sol eller vind och vid överproduktion leverera ut och sälja överskottet. Flera energibolag blev kontaktade med frågor angående detta, Kalmar energi, Göteborg energi, Vattenfall, Fortum, Trollhättan energi och EON. Vi formulerade ett förfrågningsunderlag som vi e-postade runt efter att ringt och tagit kontakt och förklarat vår fråga.

Det är nu, (maj 2009) på gång ett beslut från regeringen till riksdagen som ska göra det lättare för mindre producenter att sälja el. Utredningen föreslår att små kraftverk, mindre än 63 ampere, vilket motsvarar en effekt på cirka 44 kW, kan anslutas utan krav på timmätning. Detta leder till signifikant lägre kostnader.⁸⁴ Det föreslås också i denna utredning att små elproducenter slipper timmätning, vilket kommer att göra inmatningsabonnemangen billigare.⁸⁵

Om dessa förslag godkänns så kommer förutsättningarna ändras på ett betydande sätt menar Göteborgs Energi.

I Sverige är det lag på att det ska ske en timvis mätning av produktion av el, detta skapar höga kostnader och är i sig inte lönsamt för mindre producenter då intäkterna inte kommer att täcka kostnaderna enligt Göteborg Energi.

Av alla de energibolag vi varit i kontakt med meddelar de flesta att de fått förfrågningar från mindre kunder om att ansluta sig och leverera till det fasta elnätet. De problem vissa energibolag ser är kvaliteten på privatpersoners utrustning. Det är mycket viktigt att utrustningen är bra och att dessa automatiskt bryter elproduktionen vid ett nätbortfall, annars finns risken för att få spänning in bakvägen, säger Trollhättan Energi.

Göteborg Energi tar en årsavgift för inmatning av el på 3 780 kronor exklusive moms, EON 3 700 kronor exklusive moms. Billigast i Sverige är Mälarenergi, som tar 1 620 kronor exklusive moms. Dessa avgifter är så höga att det blir en ren förlustaffär⁸⁶ för den lilla privata elproducenten.

De höga priserna beror enligt nätbolagen på kostnaderna för mätningen. Alla som säljer el till nätet får sin produktion mätt per timme, och eftersom det

⁸⁴ SOU, (2008)

⁸⁵ Ny Teknik 2, (2009)

⁸⁶ Ny Teknik 2, (2009)

finns 8760 timmar om året innebär det att insamlingen, administrationen och kontrollen av all mätdata blir dyrare.⁸⁷

Den första januari 2008 införde Vattenfall som första nätbolag ett ”nollprisavtal”, vilket innebär att anslutningen till nätet är gratis mot att producenten inte får betalt för överskottselen. Den 1 maj 2009 införde även EON detta.⁸⁸

Karl Malmqvist, politisk sakkunnig på miljödepartementet, låter meddela att utredningsbetänkandet om bättre kontakt via nätet – lättare anslutning av förnybar elproduktion, SOU2008:13, lades fram för regeringen i februari 2008, och att regeringen nu arbetar med att analysera och presentera en proposition för riksdagen i ämnet juni 2009.

Då detta examensarbete ska vara klart i slutet av maj finns tyvärr ingen möjlighet att följa upp vad riksdagens beslut kommer att bli, dock kommer det säkerligen att bli mer intressant för privata småhusägare att ansluta sig och producera egen el ut på det fasta elnätet.

⁸⁷ Ny Teknik 2, (2009)

⁸⁸ Ny Teknik 2, (2009)

7 Fallstudier

De hus som har studerats är de hus som tidigare nämnts; Alfavillan och Öresundsvillan. Det är också de hus som kommer att diskuteras senare i rapporten. Husen är projekterade av ”Skanska Nya Hem” i Göteborg respektive Malmö. Det ena huset har en yta på 149 m² med tänkt placering i Malmö, Öresundsvillan 149, och det andra är på 150 m² med en tänkt placering i Göteborg, Alfavillan 150.

7.1 Öresund 149 kvm

Öresundsvillan är ett hus som Skanska Nya Hem utvecklat. De utförande på huset vi fått är från 2007 och uppfyller kanske därför inte dagens energikrav. Vi har i vårt arbete antagit att huset finns beläget i Malmö i en någorlunda öppen terräng. Huset är byggt som ett fristående hus. Efter att värmepumpsförsäljare poängterat svårigheten att hitta fast berggrund i Malmötrakten har vi valt att bortse ifrån bergvärmepump. Under arbetets gång har olika alternativ för uppvärmningen av huset utretts. Öresundsvillan är ett 1,5 plans hus på 149 m² med en relativt öppen planlösning.

7.1.1 Teknisk specifikation Öresund 149 kvm

Öresundsvillan byggs med platta på mark med golvvärme där betongen är 100 mm tjock. Under plattan finns det 2x100 mm cellplast och sedan minst 150 mm makadam. Väggarna är en träregelstomme som består, utifrån och in, av fasadtegel, luftspalt, 50 mm mineralull, gips, 145 mm mineralull och reglar, plastfolie och gips. Taket är uppbyggt med betongpannor som beklädnad, takstolarna är 270 mm tjocka och mellan dessa finns det luftspalt och 220 mm lösull. Fönster och dörrar har ett U-värde på 1,3 W/m²K respektive 1,0 W/m²K med undantag för takfönstren som har ett u-värde på 1,4 W/m²K.

I övrigt är huset försett med ett frånluftssystem och ventileras med 0,056 m³/s där ventilationsvolymen är 386,5 m³.

7.1.2 Effektberäkning

Effektberäkningarna är framtagna för att undersöka vilket effektbehov huset har, detta för att kontrollera installerad eleffekt per ytenhet. Effektberäkningen är gjord manuellt i Excel och kontrollerad av Skanska Teknik AB. De förluster som finns på villan är uppdelad i förluster via transmission, ventilation, läckage och via köldbryggor.

SKANSKA - ÖRESUND 149KVM

Sammanställning av totalt U-värde över byggdelar

Byggdela	U-värde (W/m ² K)	Area(m ²)	U*A
Golv 0-1	0,143	36,530	5,231
1-6 golv	0,107	57,870	6,169
Yttervägg Norr	0,180	21,010	3,778
Yttervägg Söder	0,180	19,000	3,416
Yttervägg Öster	0,180	11,500	2,068
Yttervägg Väster	0,180	12,820	2,305
Gavel Öster	0,180	8,970	1,613
Gavel väster	0,180	8,448	1,519
Tak sned	0,176	86,078	15,184
Tak plant	0,101	28,422	2,862
Fönster	1,300	16,770	21,801
Takfönster	1,400	6,770	9,477
Dörrar	1,000	4,200	4,200
Summa	5,306	318,387	79,623
		U(W/m²K)	0,2501
		Qt (W/C°)	79,6228
		Ptrans (W)	2786,7989

Mat innanför iso	Volym(m ³)	Densitet(kg/m ³)	m(kg)	c(Ws/kg*K)
Gips	6,72	900	6048	800
Spånskiva	2,068	500	1034	1500
Betong	9,4	2300	21620	900
Σ(m*c)	25847400			

Köldbryggor	Längd (m)	Psi (W/mK)	Qhorn (W/C°)	P(W)
Vägg	10,08	0,07	0,67	23,28
Grund	43,40	0,24	10,24	358,48
Bjälklag	2,07	0,09	0,19458	6,81
Tak	1,08	0,02	0,10152	3,55
Fönster	66,60	0,04	2,66	93,24
Takfönster	22,08	0,05	1,06	37,09
			13,87	522,46

Temp inne (C°)	22,000
Tidskonstant (h)	39,890
Dut (C°)	-13,000
Golvarea vistelezon	149,000
Luftflöde(m3/m2,s)	0,000
qv (m3/s)	0,056
Qv (W/C°)	67,200
Pv (W)	2352,000
Läckage (oms/h)	0,150
qov(m3/s)	0,016
Qov (W/C°)	19,300
Pov (W)	675,500
Qtot (W/C°)	180,0
Pdim (W)	6299,7
Pdim (W/m2)	42,3

7.1.2.1 Förklaring

Transmission, P_t betyder den värmeförlust som går ut rakt genom väggar, fönster eller dörrar. Värmeförlust som försvinner ut med ventilationsförluster benämns som P_v , detta är denna förlust som kan minskas med hjälp av ett FTX-aggregat. Önskad Ventilationsförluster, P_{ov} är värme som försvinner ut genom otätheter i klimatskalet. Köldbryggor uppstår vid sammansatta konstruktionsdelar t.ex. utmed plattan på mark, i hörnen, vid fönster och dörrar.

Den effekt som är framräknad blev totalt för huset nära 6,3 kW och per ytenhet 42,3 W/m².

7.1.3 Energibalans

I grundutförandet med enbart frånluftssystem ser energibalansen ut som följande. Beräkningen är gjort i Vip+ och inklippt därifrån. Det som är intressant att titta på är de två spalterna längst till höger som gäller för typhuset Öresundsvillan.

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
Avgiven energi						
(23)Transmission	9874	66.27	10796	72.46	12436	83.47
(24)Luftläckage	2978	19.99	937	6.29	1093	7.34
(21)Ventilation	7445	49.97	7623	51.16	8687	58.30
(28)Spillvatten	4472	30.01	4472	30.01	4047	27.16
(22)Passiv kyla	1629	10.93	1603	10.76	1006	6.75
Tillförd energi						
(27)Sol genom fönster	4207	28.23	4207	28.23	4207	28.23
(20)Återvinning ventilation	3277	21.99	0	0.00	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(29)Återvinning till tappvv	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(18)Återvinning solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(45)Processenergi rumsluft	4179	28.04	4179	28.04	4179	28.04
(25)Personvärme	1305	8.76	1305	8.76	1305	8.76
(34)Elförsörjning	0	0.00	196	1.32	196	1.32
(33)Värmeförsörjning	13430	90.14	15544	104.32	17382	116.66

7.1.3.1 Förklaring

Den avgivna energins uppdelning är som nämndes under effektberäkningen där betydelsen förklarades för de olika delarna. De nya uttryck som finns här kommer under tillförda energin. Detta är Vip+ sätt att benämna de olika områdena. Med ”sol genom fönster” menas den gratisenergi som kommer in genom fönster och stannar i huset, det är på grund av denna man gärna använder fönster i söderlägen där solen oftare lyser. I detta grundutförande där det bara finns ett frånluftssystem finns det ingen återvinning på ventilation, inte heller någon återvinning från värmepump, tappvarmvatten eller från solfångare. Med processenergi menas den energi som fås ut av att någon bedriver verksamhet i lokalen i vårt fall är det ett bostadshus där tv-apparater, kylskåp och fryser med mera alstrar och bidrar med värmen till huset.

7.2 Alfa 150 kvm

Alfa-villan är ett hus som Skanska Nya Hem, region väst, utvecklat. Detta hus ansåg vi ihop med vår handledare Sonny Myrefelt vara intressant att titta på, och senare jämföra med Öresundsvillan vad som lämpar sig bäst var och hur planlösningen kanske kan spela in på energibehovet. Vi har i vårt arbete antagit att huset finns beläget i Göteborg med tankarna om någorlunda öppen terräng. Huset är byggt som ett fristående hus. Alfahuset är ett tvåplanshus på 150kvm med en någorlunda öppen planlösning. Huset är på ritningar projekterat med ett frånluftssystem.

Under arbetets gång har vi utrett olika alternativ för uppvärmningen av huset, i Göteborg finns det lämplig berggrund och i detta fall blir det därför intressant att titta på uppvärmning med bergvärmepump.

7.2.1 Teknisk specifikation Alfa 150 kvm

Alfahuset byggs på platta på mark med golvvärme där betongen är 100 mm tjock. Under plattan finns det 3x100 mm cellplast och sedan 200 mm dränerande skikt. Väggarna är en träregelstomme som består, utifrån och in, av träläkt, luftspalt, 45 mm mineralull, 170 mm mineralull och reglar, plastfolie och gips. Taket är uppbyggt med betongpannor som beklädnad, takstolarna är 200 mm tjocka och mellan dessa finns 200 mm mineralull. Fönster och dörrar har ett u-värde på 1,3 W/m²K respektive 1,0 W/m²K .

I övrigt är huset försett med ett frånluftssystem och ventileras med 0,054 m³/s där ventilationsvolymen är 375 m³.

7.2.2 Effektberäkning

Effektberäkningarna är framtagna för att veta vilket effektbehov som huset har, detta för att kontrollera installerad eleffekt per ytenhet. Effektberäkningen är gjord manuellt i Excel och kontrollerad av Skanska Teknik AB. De förluster som finns på villan är uppdelad i förluster via transmission, ventilation, läckage och via köldbryggor.

SKANSKA - ALFA 150KVM

Sammanställning av totalt U-värde över byggdelar

Byggdela	U-värde (W/m ² K)	Area(m ²)	U*A
Golv 0-1	0,111	33,000	3,663
1-6 golv	0,087	42,000	3,654
Yttervägg Norr	0,197	45,400	8,944
Yttervägg Söder	0,197	50,500	9,949
Yttervägg Öster	0,197	27,700	5,457
Yttervägg Väster	0,197	29,300	5,772
Tak	0,093	75,000	6,975
			0,000
Fönster	1,300	27,900	36,270
Takfönster			0,000
Dörrar	1,000	4,200	4,200
Summa	3,379	335,000	84,883
		U(W/m ² K)	0,2534
		Qt (W/C ^o)	84,8833
		Ptrans (W)	3004,8688

Mat innanför iso	Volym(m ³)	Densitet(kg/m ³)	m(kg)	c(Ws/kg*K)
Gips	6,3	900	5670	800
Spånskiva	1,65	500	825	1500
Betong	7,5	2300	17250	900
Σ(m*c)	21298500			

Köldbryggor	Längd (m)	Psi (W/mK)	Qhorn (W/C ^o)	P(W)
Vägg	25,00	0,04	1,00	35,40
Grund	37,00	0,14	5,18	183,37
Bjälklag	37,00	0,04	1,48	52,39
Tak	37,00	0,02	0,74	26,20
Dörrar			0,00	0,00
Fönster	104,00	0,04	4,16	147,26
			12,56	444,62

Temp inne (C°)	22,000
Tidskonstant (h)	32,688
Dut (C°)	-13,400
Golvarea virstelezon	150,000
Luftflöde(m ³ /m ² ,s)	0,000
qv (m ³ /s)	0,054
Qv (W/C°)	64,800
Pv (W)	2293,920
Läckage (oms/h)	0,150
qov(m ³ /s)	0,016
Qov (W/C°)	18,750
Pov (W)	663,750
Qtot (W/C°)	181,0
Pdim (W)	6407,2
Pdim (W/m²)	42,7

7.2.2.1 Förklaring

Transmission, P_t betyder den värmeförlust som går ut rakt genom väggar, fönster eller dörrar. Värmeförlust som försvinner ut med ventilationsförluster benämns som P_v , detta är denna förlust som kan minskas med hjälp av ett FTX-aggregat. Önskad Ventilationsförluster, P_{ov} är värme som försvinner ut genom otätheter i klimatskalet. Köldbryggor uppstår vid sammansatta konstruktionsdelar t.ex. utmed plattan på mark, i hörnen, vid fönster och dörrar.

Den effekt som är framräknad blev totalt för huset nära 6,4 kW, vilket motsvarar 42,7 W/m².

7.2.3 Energibalans

I grundutförandet med enbart frånluftssystem ser energibalansen ut som följande. Beräkningen är gjort i Vip+ och inklippt därifrån. Det som är intressant att titta på är de två spalterna längst till höger som gäller för typhuset Alfavillan.

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift [kWh]	Referenshus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh]	Aktuellt hus Referensdrift [kWh/m ²]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh]	Aktuellt hus Aktuell drift [kWh/m ²]
Avgiven energi						
(23)Transmission	11136	74.24	11458	76.39	12176	81.17
(24)Luftläckage	2878	19.19	910	6.07	986	6.57
(21)Ventilation	7883	52.56	8090	53.93	8565	57.10
(28)Spillvatten	4489	29.93	4489	29.93	4073	27.16
(22)Passiv kyla	949	6.33	605	4.03	435	2.90
Tillförd energi						
(27)Sol genom fönster	3502	23.35	3502	23.35	3502	23.35
(20)Återvinning ventilation	3446	22.97	0	0.00	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(29)Återvinning till tappvv	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(18)Återvinning solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
(45)Processenergi rumsluft	4205	28.03	4205	28.03	4205	28.03
(25)Personvärme	1314	8.76	1314	8.76	1314	8.76
(34)Elförsörjning	0	0.00	110	0.73	110	0.73
(33)Värmeförsörjning	14869	99.13	16417	109.45	17115	114.10

7.2.3.1 Förklaring

Den avgivna energins uppdelning är som nämndes under effektberäkningen och betydelsen för de olika delarna. De nya uttryck som finns här kommer under tillförda energin. Detta är Vip+ sätt att benämna de olika områdena. Med "sol genom fönster" menas den gratisenergi som kommer in genom fönster och stannar i huset, det är på grund av denna man gärna använder fönster i söderlägen där solen oftare lyser. I detta grundutförande där det bara finns ett frånluftssystem finns det ingen återvinning på ventilation, inte heller någon återvinning från värmepump, tappvarmvatten eller från solfångare. Med processenergi menas den energi som fås ut av att någon bedriver verksamhet i lokalen i vårt fall är det ett bostadshus där tv-apparater, kylskåp och frys med mera alstrar och bidrar med värme till huset.

8 Resultat

Efter de effekt- och energiberäkningar som gjorts i grundutförande, utan några installationer, har vi tittat på olika kombinationer för uppvärmning av huset och tappvarmvattnet. Kontakt med tillverkare och leverantörer har tagits för att utifrån deras erfarenhet och kunnande leverera bra förslag på värmepumpar, solfångare mm. Denna kontakt har tagits via e-post, telefon och personliga möten. Ett besök genomfördes också på Hem och villa- mässan i Malmö där mycket kontakter och hjälp från olika företag fanns samlade.

Första tanken var att sätta in olika värmepumpar och få ut resultat för vart och ett energisystem. Då det senare visat sig att programmet Vip+ inte gör någon skillnad mellan olika värmekällor fram till förångaren, har en och samma värmepump använts som grund. Kombinationsvalen är gjorda efter den information som fåtts från leverantörer som vi kontaktat och vad vi själva funnit relevant med tanke på lokalisering och husets behov.

8.1 Vindkraft

Leverantörer och återförsäljare kontaktades och ombads ta fram lämpliga verk för produktion av hushållsel. Ett lämpligt vindkraftverk, enligt Hannevinds AB i Kristianstad, skulle vara ett 5,5 kW som vid god vind ger mellan 8 000-12 000 kWh/år. Till detta behövs en mast på 15-21 meter.

Då de flesta leverantörer och tillverkar förespråkar en mast på i alla fall över 10 meter för att vara så effektivt som möjligt har vi ansett vindkraft irrelevant i den bemärkelsen att efterfrågan skulle vara liten. Vi tror tyvärr inte att en villaägare är intresserad av att köpa ett verk med mast på över 10 meter till sin trädgård i ett villaområde. Mer intressant borde det vara för husägare på landsbygden med mark. Då lämpar sig troligen också ett vindkraftverk bättre ur effektivitets synvinkel, då mindre turbulens på grund av byggnader uppstår. Av denna enkla anledning finns det inga kombinationer innehållande vindkraft i systemen nedan.

8.2 Solceller

Ett mer intressant alternativ, ur estetisk synvinkel, än vindkraft i ett villaområde skulle vara integrerade solceller på tak. Exoheat är en firma som är specialiserade på solvärme och solel. De levererar bland annat solcellsmoduler ifrån Sharp.

Ett beräkningsexempel med antagandet att det ska tillgodoses 5 000 kWh hushållsel med hjälp av solceller med toppeffekten 170 Watt ifrån Sharp. Hur många kvadratmeter solceller behövs och till vilken ungefärlig kostnad?

Enligt Exoheat är det ungefär 800-1 200 soltimmar per år i Sverige men för enkelhetens skull antas 1 000 soltimmar i detta fall. Detta leder till att 1m^2 solcellsmodul ger $0,17 \cdot 1\ 000 = 170$ kWh. Det vill säga att det totalt behövs ca 30m^2 av denna solcellsmodul för att täcka 5 000 kWh. Solceller producerar el även i regn och på grund av detta kan verkningsgradens reduktion bortses ifrån, då det i beräkningen räknades med endast produktion vid 1 000 soltimmar om året, vilket inte är hela sanningen.

En ungefärlig kostnad för solceller är enligt Exoheat 70 000 kr/installerad kW. Vår installerade effekt blir $0,17 \cdot 30 = 5,1$ kW vilket leder till en installationskostnad inklusive material på 357 000 kr.

357 000 kr för att installera solceller är en stor kostnad vid nybyggnation och kanske skrämmer de flesta. Exoheat menar dock på att det i framtiden diskuteras att införa bidrag på upp till 60 % även för småhusägare. Det betyder att kostnaden skulle sjunka till 142 800 kr, vilket fortfarande är en stor summa för att årligen leverera 5 000 kWh.

8.3 Öresundsvillan

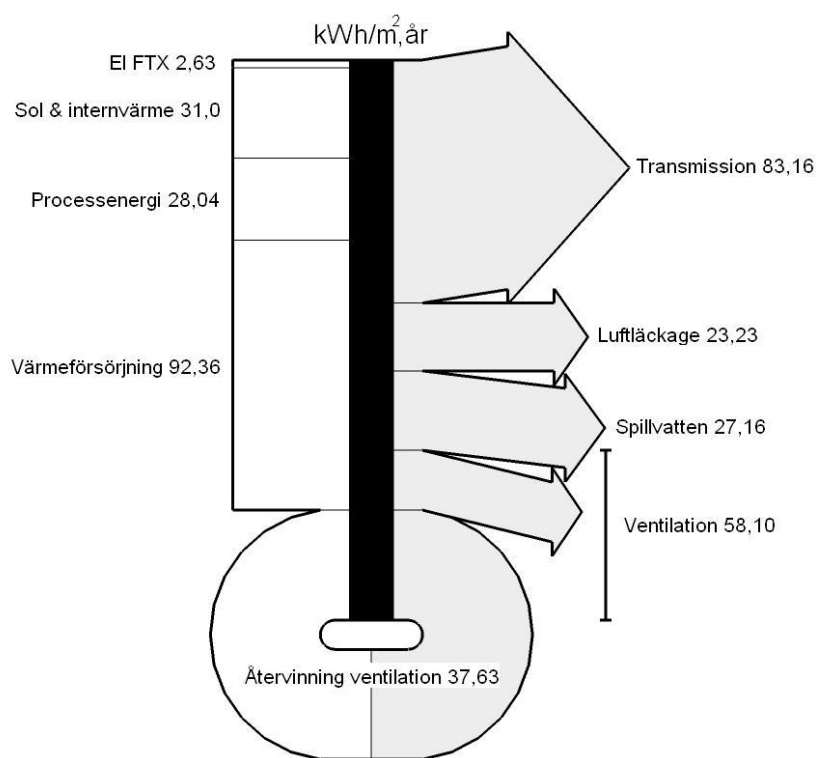
Nedan följer ett antal utvalda system som vi ansett vara lämpliga för uppvärmning av huset och uppvärmning av tappvarmvatten. Det vi utgår ifrån är det framräknade behovet för villan enligt rubrik 7.1.3 *Energiberäkning*

Pildiagram i figur som är gjorda för att visa energiberäkningar utläses som att det som är på vänster sida om den ”svarta linjen” illustrerar den energi som måste produceras och levereras in i huset. Pilarna på höger sida är det energibehov som huset är beroende av, pilar som går tillbaka in på vänster sida visar på någon typ av återvinning som t.ex. ett FTX-aggregat med återvinning på ventilationsluften.

8.3.1 FTX

Ett FTX-aggregat sattes in som enda energisystem i huset för att se vilket övrigt behov som fanns efter återvinning. Tanken är att se vilket energibehov som behöver täckas med fjärrvärme.

Efter kontakt med installationsföretag fick vi förslag på det väggmonterade aggregatet HERU90T från Östberg. Detta aggregat har en roterande värmeväxlare med en, enligt tillverkare verkningsgrad på 84 %. För en mer verklig beräkning är 80 % verkningsgrad insatt i beräkningarna. Grundinvesteringen för aggregatet är på omkring 25 000 kr.



Figur 8 FTX

8.3.1.1 Kommentar

Att bara installera ett FTX-aggregat är inget alternativ då det behövs en värmeförsörjning på ytterligare 13 761 kWh (92,36 kWh/m² och år) till uppvärmning. FTX ger en besparing på det övriga energitillskottet som behövs och vi kommer under BBR:s krav på 110 kWh/m² och år vilket kan göra att det blir aktuellt med pellets, ved eller fjärrvärme.

8.3.2 FTX och fjärrvärme

När ett FTX-aggregat installeras och återvinner ventilationsluften krävs det ytterligare 13 762 kWh/år för att tillgodose husets behov av köpt energi. Detta betyder att BBR:s krav på 110 kWh/m² och år uppfylls.

$$\frac{13762}{149} = \frac{92,36kWh}{m^2\text{år}} < \frac{110kWh}{m^2\text{år}}$$

EON meddelar att om de ska leverera detta energibehov årligen uppgår kostnaderna för en privatkund till ca 125 öre/kWh enligt nedanstående tabell.

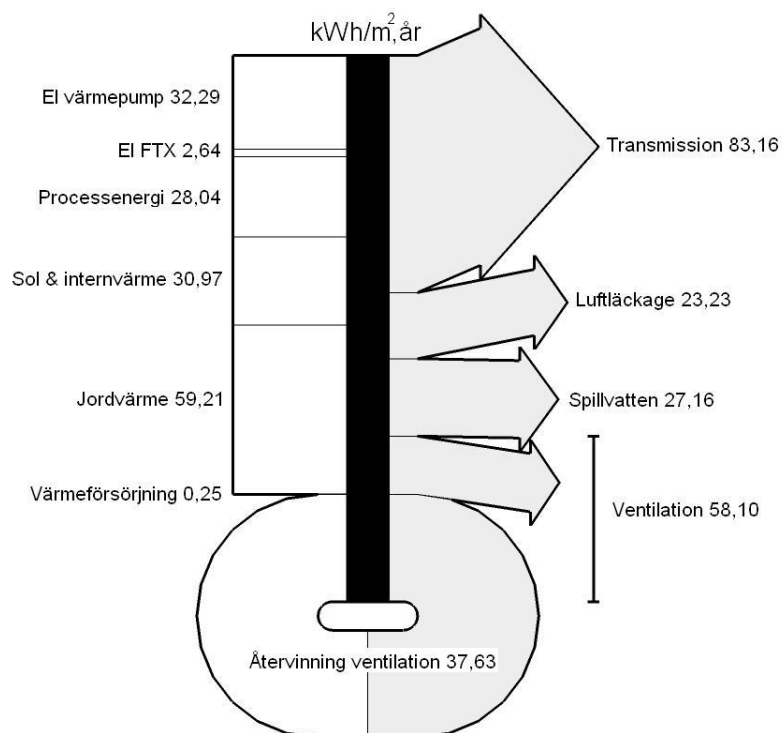
Kapitalkostnad	6000 kr/år
Fast kostnad	3500 kr/år
Energikostnad 13 762*0,576	7927 kr/år
Summa	17427 kr/år
Motsvarande kWh- pris	127öre/kWh

Dessa kostnader är ungefärliga riktvärden och gäller inom utbyggda fjärrvärmeområden.

8.3.3 FTX och värmepump

Vid jämförelse av värmepumpar blir det extra tillförda energibehovet nästan samma för alla värmepumpar. Vi utgår därför från den billigaste värmepumpen som har en avgiven effekt på 3,9 kW och en tillförd effekt på 1,4 kW, det vill säga en värmefaktor på 2,8. Denna värmepump kostar enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar, omkring 31 500 kr.

FTX-aggregatet är likt ovan gjord beräkning.



Figur 9 FTX och värmepump

8.3.3.1 Kommentar

En ytterligare värmeförsörjning på 38 kWh (0,25 kWh/m² och år) krävs vid dimensionerande vinterutetemperatur. Detta tillskott kan ske med en elpatron eller en liten kamin.

BBR:s krav gällande installerad eleffekt på max 10 W/m² uppfylls då det hamnar på 9,4 W/m², dock måste ett extra värmebehov tillgodoses vid dimensionerande vinterutetemperatur. Däremot uppfylls energikravet på 55 kWh/m² och år då energiförbrukningen ligger på nära 36 kWh/m² och år.

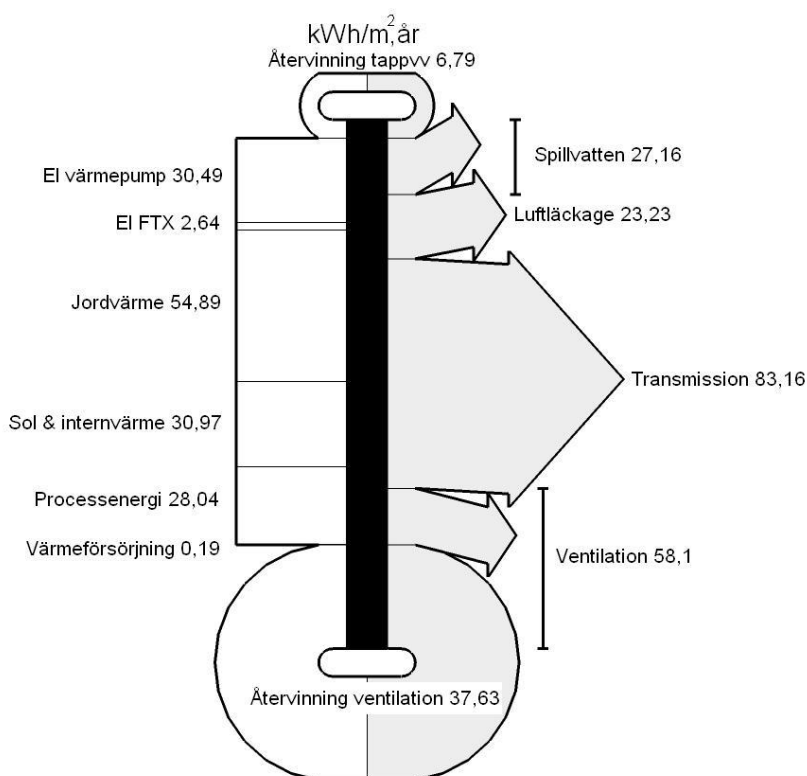
Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 5 242 kWh.

8.3.4 FTX-ventilation, värmepump och spillvattenvärmeväxlare

Efter att ha varit på studiebesök vid ett privatbyggt plusenergihus, där en spillvattenvärmeväxlare installerats, blev vi intresserade av att sätta in en liknande i vårt typhus. Vi utgår från den billigaste värmepumpen som har en avgiven effekt på 3,9 kW och en tillförd effekt på 1,4 kW dvs. en värmefaktor på 2,8. Denna värmepump kostar enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar omkring 31 500 kr.

Spillvattenvärmeväxlare är ovanligt i småhus och finns på marknaden mest för större flerbostadshus eller storkök. Verkningsgraden på 25 % har använts för spillvattenvärmeväxlaren.

FTX-aggregatet är likt ovan gjord beräkning.



Figur 10 FTX, värmepump och spillvattenvärmeväxlare

8.3.4.1 Kommentarer

Tyvärr finns ingen uppgift på kostnaden för en spillvattenvärmeväxlare, men då återvinningsgraden bara är 25 % kommer återbetalningstiden vara lång i en villa. I detta fall återvinns 1 012 kWh (6,79 kWh/m² och år) av spillvattnet, dock leder denna systemkombination till stora installationskostnader.

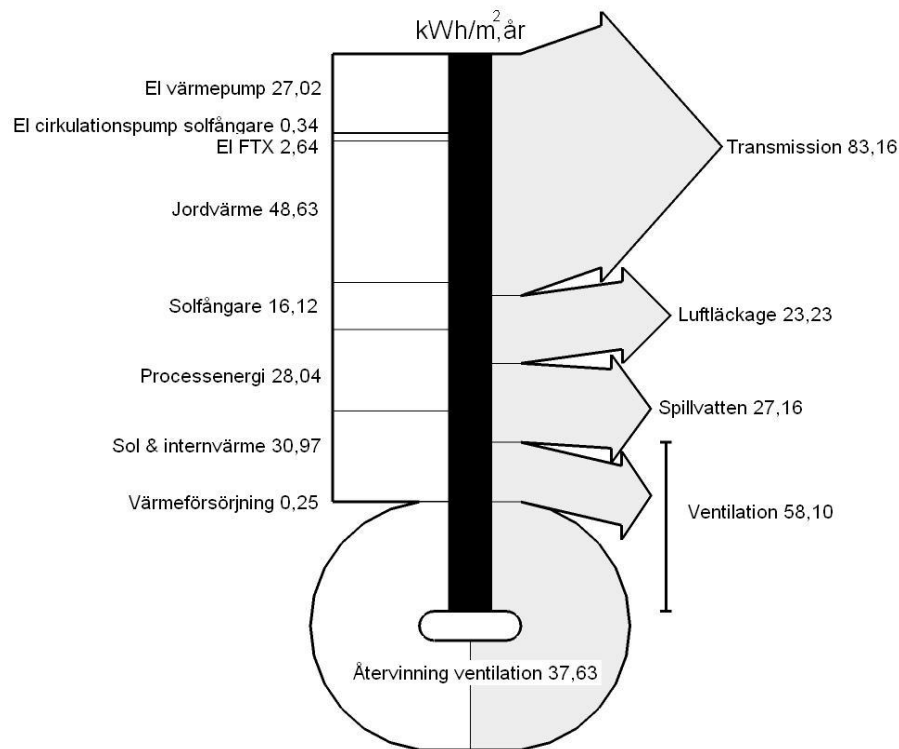
Både effektmässigt och energimässigt uppfylls BBR:s krav på 10 W/m² respektive 55 kWh/m² och år om den extra värmeförsörjningen på 28 kWh (0,19 kWh/m² och år) löses utan någon större extra installerad eleffekt.

Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 5 000 kWh, med en extra installation som spillvattenvärmeväxlare sparar man endast 242 kWh i jämförelse med enbart värmepump som installation.

8.3.5 FTX-ventilation, värmepump och solfångare

Efter att ha valt ut två moduler från leverantörerna Exoheat på vardera 2,52 m² ville vi täcka halva tappvarmvattenbehovet, vilket vi också gör (60 %).

Efter att återigen ha kontrollerat de tre olika värmepumparna finner vi den minsta på 3,9 kW avgiven effekt som mest intressant, då det är endast 37 kWh (0,25 kWh/m² och år) att spetsa med under de kallaste vinterdagarna.



Figur 11 FTX,värmepump och solfångare

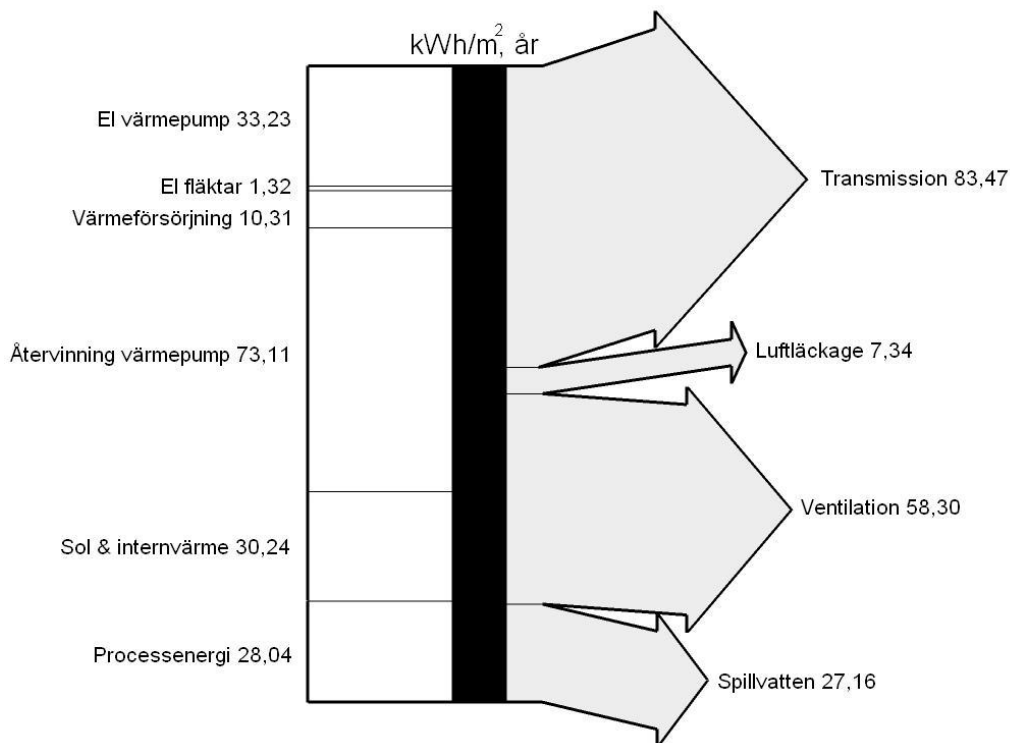
8.3.5.1 Kommentar

Solfångarna ger årligen totalt 2 402 kWh (16,12 kWh/m² och år). Med direktverkande el, skulle solfångare säkerligen varit mycket intressant, men frågan är hur intressant det är när de redan installerats en värmepump som lätt tillgodoser dessa kilowattimmar.

Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 4 500 kWh, med en extra installation som solfångare sparas det i detta fall 742 kWh i jämförelse med enbart värmepump som installation.

8.3.6 Frånluftsvärmepump

En frånluftsvärmepump som tar emot luftflödet 56 l/s och m² från huset har enligt Skanska Teknik AB en avgiven effekt på 3,1 kW och en värmefaktor på 3,2. Denna värmepump utvinner energi ur frånluften.



Figur 12 Frånluftsvärmepump

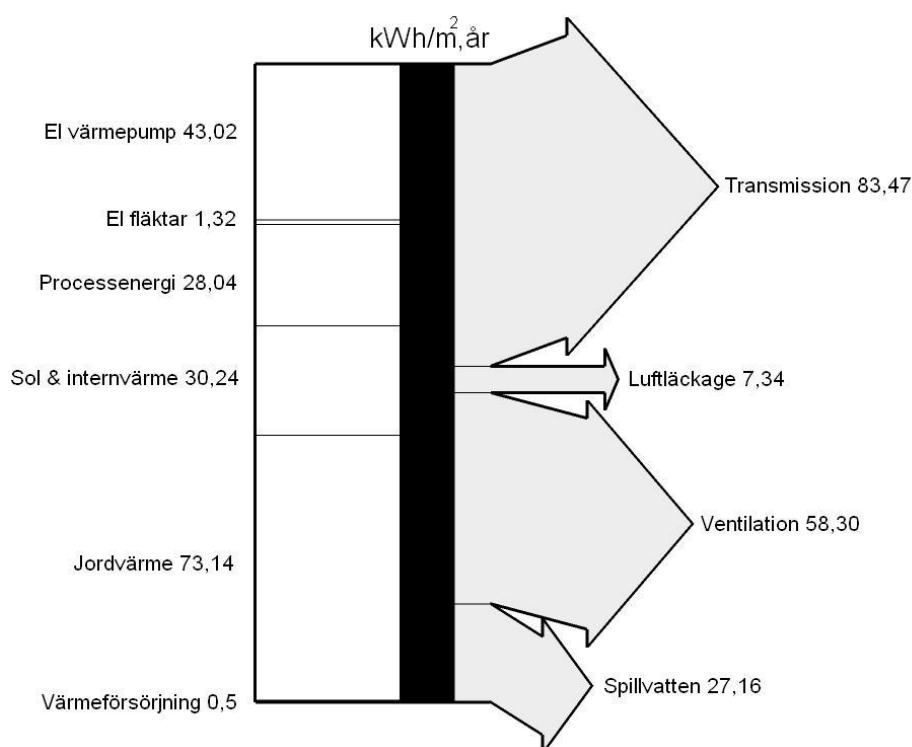
8.3.6.1 Kommentar

Efter energiberäkningar med en frånluftsvärmepump med värden ovan insatta, behövs det en ytterligare värmeförsörjning på 1 536 kWh (10,31 kWh/m² och år). Alternativen för att täcka denna värmeförsörjning skulle möjligen kunna vara fjärrvärme, se rubrik (8.3.8, *Spetsa med fjärrvärme från Eon*), elpatron eller någon typ av kamin. Det klarar sig hur som helst under BBR:s krav gällande energi på 55 kWh/m² och år.

BBR:s krav på installerad eleffekt uppfylls vid enbart frånluftsvärmepump installerad, dock behövs mer värmeförsörjning för att täcka hela villans behov och beroende på typ av tillsatt värme överskrids möjligen 10 W/m².

8.3.7 Frånluftssystem med värmepump

Grundutförandet i huset är frånluftssystem. Utredande av tre olika värmepumpar; en på 5,5 kW, en på 4,6 kW och den minsta på 3,9 kW, visade att den ytterligare värmeförsörjning som behövdes ökade från 12 kWh för den kraftigaste värmepumpen till 357 kWh för den svagaste, den mellersta gav ett ytterligare behov på 74 kWh. Vid dimensionering av värmepump brukar det dimensioneras för 60-70 % av effekttäckningen av huset maximala behov. Detta innebär att värmepumpen med avgiven effekt på 4,6 kW skulle vara lämpligast. Denna värmepump har en tillförd effekt på 1,7 kW vilket ger en värmefaktor på 2,7. Enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar, kostar en sådan värmepump omkring 41 500 kr, enbart värmepump.



Figur 13 Frånluftssystem med värmepump

8.3.7.1 Kommentär

En ytterligare värmeförsörjning på 74 kWh (0,5 kWh/m² och år). Krävs vid dimensionerande vinterutetemperatur. Detta tillskott kan tillgodoses med en elpatron eller en liten kamin. Fjärrvärme för 74 kWh är inte aktuellt att spetsa med enligt EON.

BBR:s krav gällande installerad eleffekt på max 10 W/m² uppfylls inte då energiförbrukningen hamnar på 11,4 W/m². Däremot uppfylls energikravet på 55 kWh/m² och år då energiförbrukningen ligger på 45 kWh/m² och år.

8.3.8 Spetsa med fjärrvärme från EON

Typhuset Öresund har en yta på 149 m² och ett totalt energibehov med frånluftssystem insatt, enligt grundutförande på 17 578 kWh/år. Detta betyder att huset inte kan värmas upp med enbart fjärrvärme då vi överstiger tillåtna 110 kWh/m² och år.

$$\frac{17578}{149} = 117,97 \text{ kWh/m}^2 \text{ och år} > 110 \text{ kWh/m}^2 \text{ och år}$$

Som beskrevs i tidigare fall räcker det att sätta in ett FTX-aggregat för att klara BBR:s krav på 110 kWh/m² och år.

Vi frågade EON vad en privatkunds kostnad skulle bli att vid intresse under de kallaste vintermånaderna köpa fjärrvärme för att spetsa den sista energi som behövs. När EON gjorde sina beräkningar utgick de ifrån ett hus med energibehovet 20 000 kWh/år.

Öresundsvillan får max tillföras 149*55 = 8 195 kWh/år. En värmepump med värmefaktor 3 sätts in för att täcka 90 % av energibehovet, det vill säga 0,90*20 000 = 18 000 kWh/år. Den tillförda energin till värmepumpen blir $\frac{18000}{3} = 6 000 \text{ kWh/år}$, det som återstår att täcka är 2 000 kWh och det totala energitillskott blir strax under det ovan tillåtna värdet på 8 195 kWh.

EON ska alltså leverera 2 000 kWh/år, vilket enligt EON betyder att de kommer begära 75 öre/kWh. Investeringskostnaden blir anslutningspriset på 50 400 kr plus en värmeväxlare på 36 500 kr. En uppställning över totala kostnader ser ut som följande:

Kapitalkostnad	6 000 kr/år
Fast kostnad	3 500 kr/år
Energikostnad 2000*0,75	1 500 kr/år
Summa	11 000 kr/år
Motsvarande kWh- pris	550 öre/kWh

Ett utslaget energipris/kWh blir alltså 550 öre/kWh, detta är vad det kommer att kosta för en privatkund att ansluta till fjärrvärme för att spetsa under kalla vintermånader med 2 000 kWh.

Om en värmepump istället ska täcka 80 procent av energibehovet, det vill säga 0,80*20 000=16 000 kWh, blir den tillförda energin till värmepumpen blir 5 333 kWh/år. Det som återstår att täcka är 4 000 kWh vilket betyder att vi då överstiger BBR:s tillåtna värde överstigs för Öresundsvillan på 8 195 kWh/år. En rent hypotetisk uppställning skulle se ut som nedan.

Kapitalkostnad	6 000kr/år
Fast kostnad	3 500kr/år
Energikostnad 4000*0,75	3 000kr/år
Summa	12 500kr/år
Motsvarande kWh- pris	313öre/kWh

Ett utslaget energipris/kWh blir i detta fall 313 öre/kWh för en delleverans årligen på 4 000 kWh.

Det är en mycket intressant tanke att kunna spetsa med fjärrvärme, dock ser det i de flesta fall ut som att bli väldigt dyrt enligt dessa beräkningar.

Frånsett priset, finns möjligheterna förhållandevis enkelt; de större värmepumpstillverkarna erbjuder moduler att koppla ihop värmepump med fjärrvärme. Ett exempel skulle kunna vara IVT:s fjärrvärmemodul ”IVT 630”, denna modul är tänkt ihop med frånluftsvärmepump för både uppvärmning av varmvatten och huset, vilket kanske är ett spännande alternativ till vår ovan gjorda beräkning med frånluftsvärmepump (*se rubrik 8.3.6 frånluftsvärmepump*), då det behövde spetsas med ytterligare 1 536 kWh/år (10,31 kWh/m² och år).

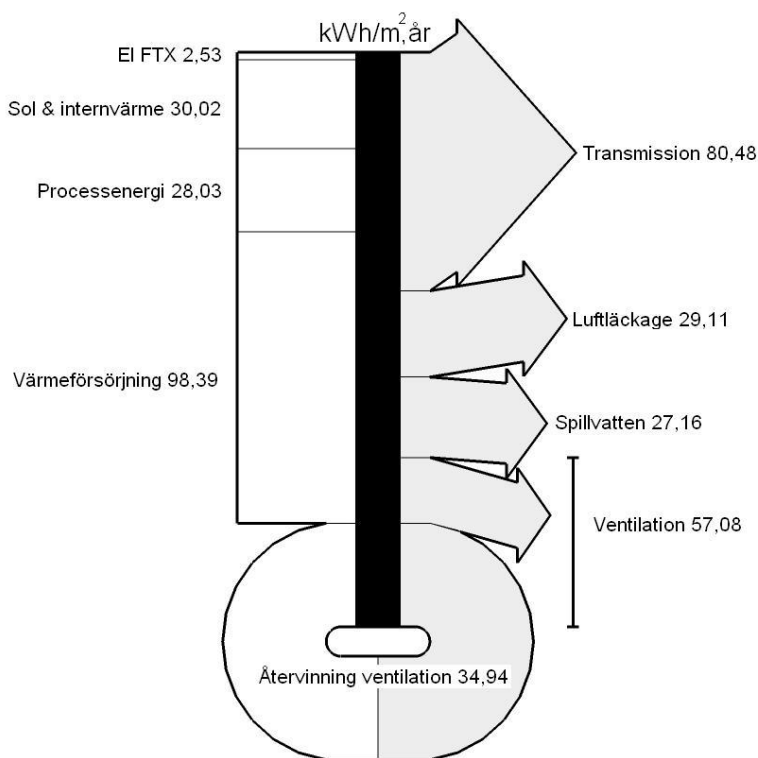
8.4 Alfa

Nedan följer ett antal utvalda system som vi anser vara bra för uppvärmning av huset och uppvärmning av tappvarmvatten.

Vi har använt oss av samma system som för Öresundsvillan men då det lämpar sig bättre med bergvärme i Göteborg antas värmepumpen som är insatt vara en bergvärmepump istället för en jordvärmepump som i Öresundsfallet.

8.4.1 FTX

Samma FTX-aggregat som i Öresundsvillan är installerat, HERU90T .



Figur 14 FTX

8.4.1.1 Kommentarer

Att bara installera ett FTX-aggregat är inget relevant alternativ då det behövs en värmeförsörjning på ytterligare 14 759 kWh (98,39 kWh/m² och år) till uppvärmning. FTX ger en besparing på det övriga energitillskottet som behövs och vi kommer under BBR:s krav på 110 kWh/m² och år vilket kan göra att det blir aktuellt med pellets, ved eller fjärrvärme.

8.4.2 FTX och fjärrvärme

När ett FTX-aggregat sätts in och återvinner ventilationsluften krävs det ytterligare 14 758 kWh för att tillgodose huset behov av köpt energi. Detta betyder att BBR:s krav på 110 kWh/m² och år uppfylls.

$$\frac{14758}{150} = \frac{98,40 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \text{ år}} < \frac{110 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \text{ år}}$$

Göteborgs Energi erbjuder fyra olika prisalternativ för fjärrvärme, dessa gäller enbart om huset byggs inom ett fjärrvärmeområde. Alternativen är:

Fjärrvärmepaket	Investering*	Fast avgift	Energipris
Fjärrvärmepaket 1	0 kr	3 900 kr	79,0 öre/kWh
Fjärrvärmepaket 2	2 067 kr	0 kr	79,0 öre/kWh
Fjärrvärmepaket 3	5 467 kr	0 kr	53,7 öre/kWh
Fjärrvärmepaket 4	8 667 kr	0 kr	37,7 öre/kWh

*EON använde en livslängd på 15 år, vilket vi även räknar med i detta fall.

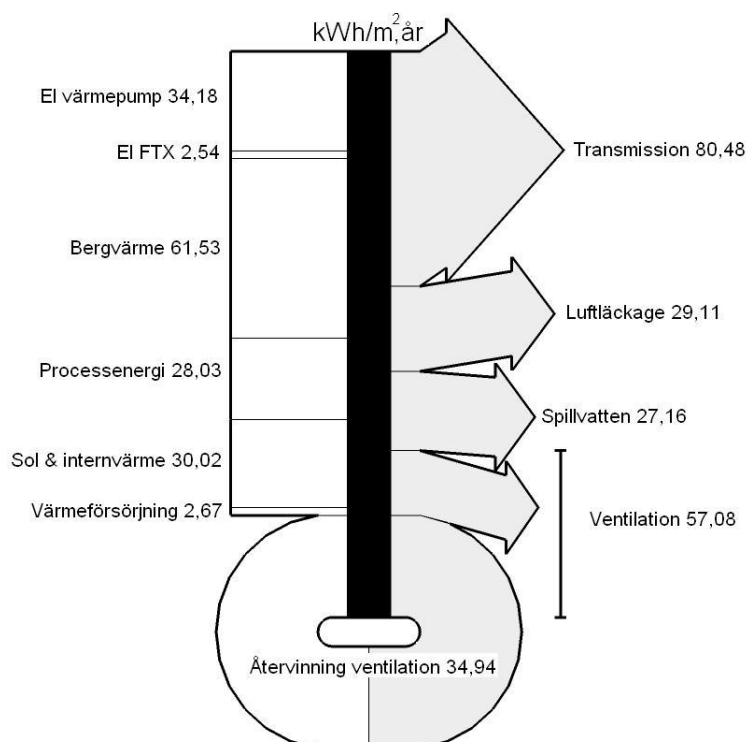
Vid spetsning med fjärrvärme gäller endast alternativ 2-4. För kombinationen FTX plus fjärrvärme är alternativ tre mest lönsam där kWh-priset blir 91 öre/kWh enligt nedanstående tabell.

Kapitalkostnad	5 467 kr/år
Fast kostnad	0 kr/år
Energikostnad 14 758*0,537	7 925
Summa	13 392 kr
Motsvarande kWh- pris	91 öre/kWh

8.4.3 FTX och värmepump

Vid jämförelse av värmepumpar behöver den svagaste värmepumpen spetsas vintertid med ca 340 kWh/år mer än den starkaste. Trots detta väljer vi ändå värmepumpen på 3,9 kW istället för den stora på 5,5 kW då det är få timmar om året som den behöver spetsas. Den tillförda effekten är 1,4 kW det vill säga en värmefaktor på 2,8 enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar och den kostar omkring 31 500 kr.

FTX-aggregatet är likt ovan gjord beräkning.



Figur 15 FTX och värmepump

8.4.3.1 Kommentarer

En ytterligare värmeförsörjning på 401 kWh/år (2,67 kWh/m² och år) krävs vid dimensionerande vinterutetemperatur. Detta tillskott kan ske med en elpatron eller en liten kamin.

BBR:s krav gällande installerad eleffekt på max 10 W/m² uppfylls då det hamnar på 9,3 W/m². Dock måste ett extra värmebehov tillgodoses vid dimensionerande vinterutetemperatur.

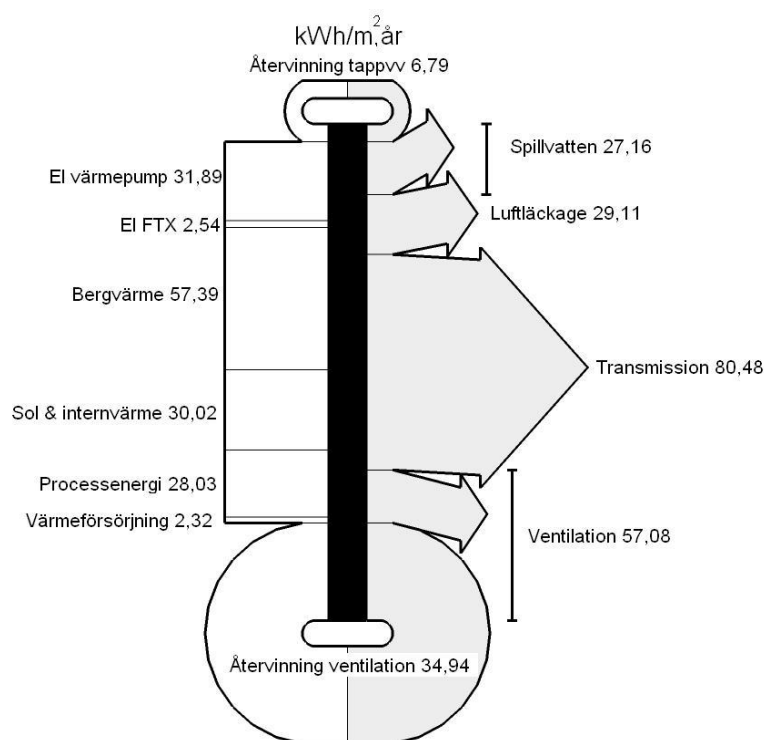
Däremot uppfylls energikravet på 55 kWh/m² och år då energiförbrukningen ligger på nära 40 kWh/m² och år.

Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 5 900 kWh.

8.4.4 FTX-ventilation, värmepump och spillvattenvärmeväxlare

Likt i tidigare fall jämförda värmepumpar hamnar de extra tillförda energibehovet på nästan noll för alla värmepumpar. Vi utgår därför från den billigaste värmepumpen som har en avgiven effekt på 3,9 kW och en tillförd effekt på 1,4 kW dvs. en värmefaktor på 2,8. Denna värmepump kostar enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar, omkring 31 500 kr och med det större antalet installationer, anser vi priset vara av stor vikt.

En verkningsgrad på 25 % har använts för spillvattenvärmeväxlaren.



Figur 16 FTX, värmepump och spillvattenvärmeväxlare

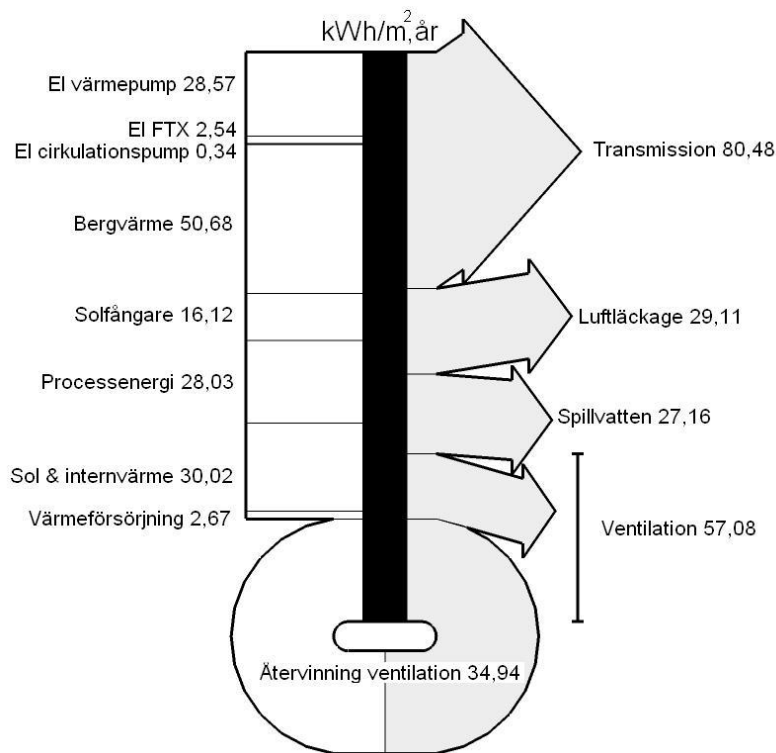
8.4.4.1 Kommentar

I detta fall tar vi som tagit hand om värmen i spillvattnet för att på detta vis inte bara skicka ut värme från huset, det vi sparar årligen är lite över 1 000 kWh. Det är definitivt försvarbart att ta till vara energi som försvinner, men troligen svårt att motivera ekonomiskt då systemkombinationen kommer att bli dyr för en mindre villaägare i förhållande till den gjorda vinsten.

Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 5 500 kWh alltså en besparing i jämförelse med enbart värmepump på 400 kWh.

8.4.5 FTX-ventilation, värmepump & solfångare

Samma kombination som för Öresundshuset har använts och resultatet är mycket likt.



Figur 17 FTX, värmepump och solfångare

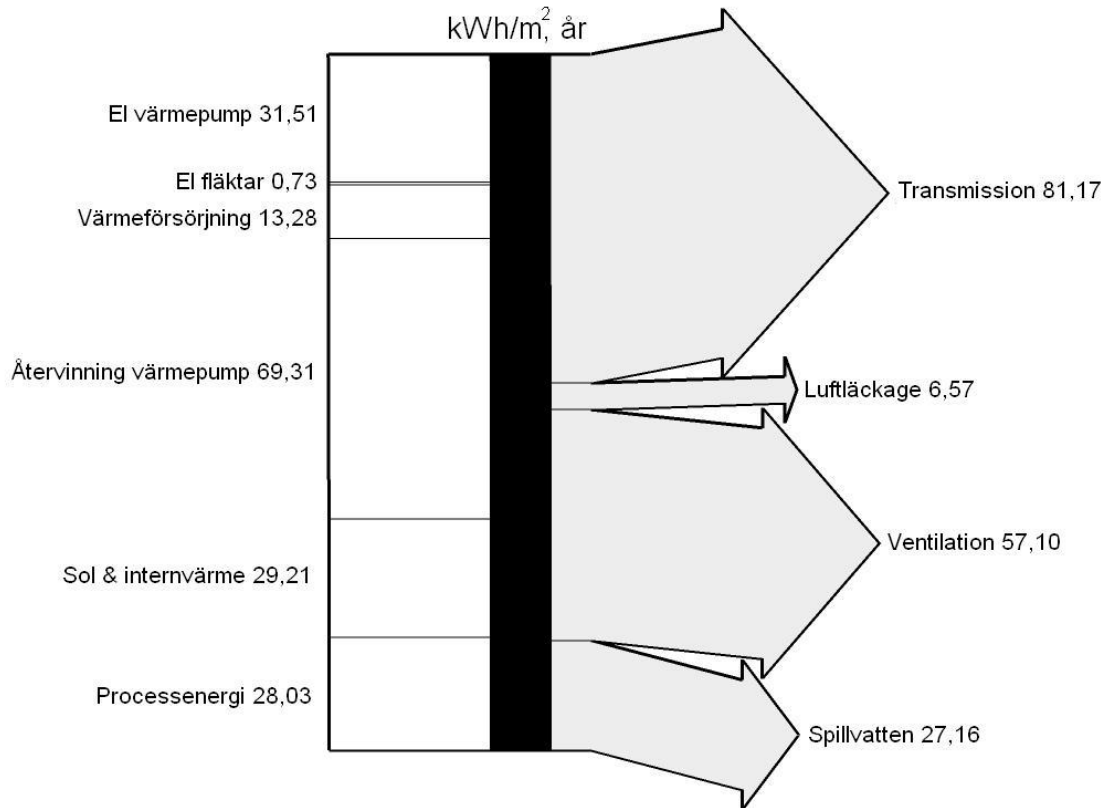
8.4.5.1 Kommentarer

Solfångarna ger årligen 2 418 kWh (16,12 kWh/m²och år) till uppvärmning av tappvarmvattnet. Om det rent hypotetiskt antas att vi hade haft direktverkande el skulle solfångare säkerligen varit mycket intressant, men frågan är hur intressant det är när det installerats en värmepump som lätt tillgodoser dessa kilowattimmar.

Elbehov till extra värmeförsörjning, värmepump och fläktar uppgår till 5 100 kWh alltså en besparing i jämförelse med enbart värmepump på 800 kWh.

8.4.6 Frånluftsvärmepump

En frånluftsvärmepump som tar emot luftflödet 54 l/s och m^2 från huset har enligt Skanska Teknik AB en avgiven effekt på 3,1 kW och en värmefaktor på 3,2. Denna värmepump utvinner gratisenergi ur frånluften.



Figur 18 Frånluftsvärmepump

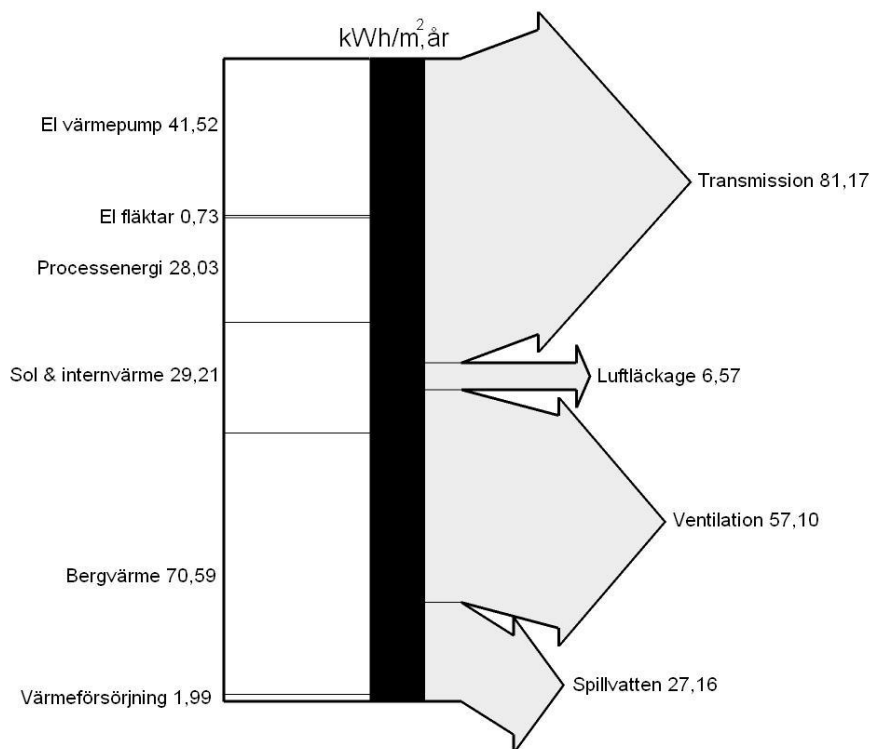
8.4.6.1 Kommentar

Efter energiberäkningar med en frånluftsvärmepump med värden ovan insatt behövs det en ytterligare värmeförsörjning på 1 992 kWh/år ($13,28 \text{ kWh/m}^2$ och år). Alternativen för att täcka denna värmeförsörjning skulle möjligen kunna vara fjärrvärme, (se rubrik 8.4.8, *Spetsa med fjärrvärme från Göteborgs Energi*), elpatron eller någon typ av kamin. Man klarar sig hur som helst under BBR:s krav gällande energi på 55 kWh/m^2 och år.

BBR:s krav på installerad eleffekt uppfylls vid enbart frånluftsvärmepump installerad, dock behövs mer värmeförsörjning för att täcka hela villans behov och beroende på typ av tillsatt värme överskrids möjligen 10 W/m^2 .

8.4.7 Frånluftssystem med värmepump

Grundutförandet i huset är frånluftssystem. Värmepumpar har utretts på samma vis som för Öresundsvillan med de tre värmepumparna på 5,5 kW, 4,6 kW respektive 3,9 kW. Beräkningar visade att den ytterligare värmeförsörjningen som behövs ökade från 99 kWh/år, för den kraftigaste värmepumpen, till 740 kWh/år, för den svagaste, den mellersta krävde ett extra värmebehov på 299 kWh/år. I detta fall väljer vi att utgå från den mellersta värmepumpen, och därmed har vi en investeringskostnad på ungefär 10 000 kr extra jämfört med den lilla värmepumpen på 3,9 kW, men å andra sidan behöver vi spetsa förhållandevis lite vid dimensionerande vinterutetemperatur. Denna värmepump har en avgiven effekt på 4,6 kW och en tillförd effekt på 1,7 kW vilket ger en värmefaktor på 2,7. För Alfavillan anser vi att värmekällan kan vara berg. Enligt energimyndighetens broschyr, Villavärmepumpar, kostar en sådan här värmepump omkring 41 500kr.



Figur 19 Frånluftssystem med värmepump

8.4.7.1 Kommentar

En ytterligare värmeförsörjning på 299 kWh (1,99 kWh/m² och år) krävs vid dimensionerande vinterutetemperatur. Detta tillskott kan ske med en elpatron eller en liten kamin.

BBR:s krav gällande installerad eleffekt på max 10 W/m² uppfylls inte då det hamnar på 11,3 W/m². Däremot uppfylls energikravet på 55 kWh/m² och år då energiförbrukningen ligger på 45 kWh/m² och år.

8.4.8 Spetsa med fjärrvärme från Göteborgs Energi

Typhuset Alfa-villan har en yta på 150 m² och ett totalt energibehov med frånluftssystem insatt, enligt grundutförande på 17 225k Wh/år. Detta betyder att kravet inte uppfylls enbart fjärrvärme då vi överstiger tillåtna 110 kWh/m² och år.

$$\frac{17225}{150} = 114,83kWh/m^2 \text{ och år} > 110 \text{ kWh/m}^2 \text{ och år.}$$

Som bevisades i tidigare fall räcker det att sätta in ett FTX-aggregat för att klara BBR:s krav på 110 kWh/m² och år.

En likadan uppställning som EON gjorde för Öresundsvillan med Göteborgs Energis fjärrvärmepaket 1-4 skulle göra att kostnaderna blir som nedan. Årsenergibehovet antas vara 20 000 kWh/år här också.

Alfa-villan får max tillföras 150*55 = 8 250 kWh/år. En värmepump med värmefaktor 3 sätts in för att täcka 90 % av energibehovet, det vill säga 0,90*20 000 = 18 000 kWh/år. Den tillförda energin till värmepumpen blir $\frac{18000}{3} = 6 000$ kWh/år, det som återstår att täcka är 2 000 kWh och vårt totala energitillskott blir strax under det ovan tillåtna värdet på 8 250 kWh. Göteborgs Energi ska alltså leverera 2 000 kWh/år.

Av fjärrvärmepaketen (*se avsnitt 8.4.2 FTX och fjärrvärme*) som Göteborgsenergi erbjuder kan bara alternativ två till fyra väljas då dessa är möjliga med inte enbart fjärrvärme som uppvärmning, det bästa alternativet är alternativ två. En uppställning över totala kostnader skulle se ut som följande:

Kapitalkostnad	2 067 kr/år
Fast kostnad	0 kr/år
Energikostnad 2000*0,79	1 580 kr/år
Summa	3 647 kr/år
Motsvarande kWh- pris	182 öre/kWh

Ett utslaget energipris/kWh blir alltså 182 öre/kWh, detta är vad det kommer att kosta för en privatkund att ansluta sig till fjärrvärme hos Göteborgs Energi för att spetsa under kalla vintermånader med 2 000 kWh/år.

Om en värmepump istället ska täcka 80 procent av energibehovet det vill säga 0,80*20 000 = 16 000 kWh/år, den tillförda energin till värmepumpen blir 5 333 kWh/år. Det som återstår att täcka är 4 000 kWh/år vilket betyder att vi då överstiger BBR:s tillåtna värde för Alfa-villan på 8 250 kWh/år. Som för Öresundsvillan gör ändå hypotetisk uppställning som ser ut som följande

Kapitalkostnad	2 067 kr/år
Fast kostnad	0 kr/år
Energikostnad 4000*0,79	3 160 kr/år
Summa	5 227 kr/år
Motsvarande kWh- pris	131 öre/kWh

Ett utslaget energipris/kWh blir i detta fall 131 öre/kWh för en delleverans årligen på 4 000 kWh/år.

8.5 Kostnader

Skånska Energi är en energikoncern i Skåne som hjälper privat- och företagskunder med energifrågor. De hjälpte oss i vårt arbete med att ta fram ungefärliga siffror på arbets- och materialkostnader. Dessa kostnader är uppskattade och utgår ifrån deras kontakter/underleverantörer och de förutsättningar som finns i Skåne och kan därför inte antas stämma fullständigt med Alfa-villan i Göteborg, men bör fungera som riktvärden.

- Bergvärme- Installation av Värmepump IVT modell Compact förutsätter ca 2,05 m fri höjd. Brunnsutförande enligt normbrunn -07. Foderrör till 6 m. Totalt borrhålsdjup 110 m, aktivt borrhålsdjup 105 m (granit ca 40 W/m eller 130 kWh/m år).

Initialkostnad – ca 150 000 :- inkl. moms

Materialkostnad – ca 65 000 :- inkl. moms

Installationskostnad – ca 85 000 :- inkl. moms

Livslängd på utrustning för pumpen är ca 20-30 år

- Jordvärme - Installation av Värmepump IVT modell Compact förutsätter ca 2,05 m fri höjd. Anläggning av 350 m ytjordvärmeslinga (ca 12 W/m slinga) baserat på markförhållanden för aktuell ort.

Initialkostnad – ca 115 000 inkl. moms

Materialkostnad – ca 65 000 :- inkl. moms

Installationskostnad – ca 50 000 :- inkl. moms

Livslängd på utrustning för pumpen ca 20-30 år och jordslingan >50 år förutsatt oförändrade markförhållanden.

- Luft/vatten - Installation av Elpanna IVT modell Kombimodul 200 A/W FC 9,0 kW förutsätter ca 2,05 m fri höjd.

Initialkostnad – 105 000 :- inkl. moms
Materialkostnad – ca 80 000 :- inkl. moms
Installationskostnad – ca 25 000 :- inkl. moms
Livslängden på utrustningen och elpannan ca 20år

- Frånluft - Installation av Frånluftsvärmepump IVT modell 490 förutsätter ca 2,25 m fri höjd.

Initialkostnad – ca 55 000 :- inkl. moms
Materialkostnad – ca 40 000 :- inkl. moms
Installationskostnad – ca 15 000 :- inkl. moms
Livslängd på pumpen ca 20 år

- FTX - FTX Aggregat IVT VENT HRV200 ligger på 19 400 :- inkl. moms exkl. installation. IVT kunde inte ge någon konkret uppgift om livslängd men de menar på att det ska vara ungefär som för en värmepump.

Till samtliga installationer ingår rumsgivare då Skånska Energi anser det nödvändigt vid kustnära orter.

Installationsteamet AB i Malmö meddelar att kostnaden för ett installerat FTX-system i nybyggnation inklusive material och arbete ligger på omkring 50 000 kr.

9 Slutdiskussion

Den första tanken var att jämföra de båda husen, Öresundsvillan och Alfavillan, med varandra för att se hur plats och planlösning spelade in på effekt- och energibehovet för de olika husen. Det visade sig sedermera att planlösningen inte skilde sig åt nämnvärt, och att platsen Malmö kontra Göteborg inte heller hade någon större inverkan på effekt- och energibehovet. Det vi dock kommit fram till genom kontakt med leverantörer är att bergvärme föredras i Göteborgstrakten och jordvärme i Malmötrakten då det finns mer lämplig berggrund i Göteborg än i Malmö.

Det bästa uppvärmningssättet för ett småhus som Öresundsvillan eller Alfavillan, är enligt oss med en värmepump. Värmepumpen kan dimensioneras för att klara både uppvärmning av tappvarmvatten och uppvärmning av huset, då det i ett hus av denna storlek inte är något större problem. Att sätta in andra installationer såsom spillvattenvärmeväxlare eller solfångare gör ingen stor skillnad på energiförbrukningen, tittar man på fallet Öresund och jämför kombinationerna ”FTX och värmepump” med ”FTX, värmepump och Spillvattenvärmeväxlare” uppgår det extra energibehovet till omkring 5 245 kWh/år mot 5 000 kWh/år det vill säga spillvattenväxlaren ger en besparing på 245 kWh/år. Jämförs ”FTX och värmepump” med ”FTX, värmepump och solfångare” blir det andra fallet 4 500 kWh/år vilket ger en besparing på 745 kWh/år. I båda fallen är besparingen liten i jämförelse med installationskostnaden. På grund av detta finner vi det i dagsläget inte särskilt intressant då det tar många år innan installationerna är återbetalda. Men med ökande elpriser i framtiden kan dessa lösningar säkert vara av ökat intresse även för småhusägare. För alfavillan är det samma slutsats.

Solfångare i kombination med en värmepump känns onödigt då en rätt dimensionerad värmepump lätt går in och täcker energibehovet för uppvärmning av tappvarmvatten också. Vi tror dock att småhusägare med t.ex. en vedpanna eller pelletspanna borde ha ett stort intresse i solfångare då dessa sommartid helt skulle slippa elda bara för tappvarmvatten. Men som tidigare nämnts med möjligt ökande elpriser i framtiden kan det säkert också i kombination med värmepump vara av intresse.

I dagens miljödebatter är energihushållning i småhus ett hett ämne, folk blir mer medvetna gällande bra system. En värmepump är ett bra system och lönsam om den är rätt dimensionerad, dock uppkommer behov av spetsning vintertid. Allt eftersom folks medvetenhet ökar kan också intresset för att spetsa med fjärrvärme öka, för att istället låta en elpatron gå in kalla vinterdagar och förse huset med den extra energi som behövs. Svårigheter med detta togs tidigt upp i detta arbete men klart är att det är intressant och att

möjligheterna för det finns även för småhusägare. Kanske är det så att även fjärrvärmelieferantörerna måste tänka mer i dessa banor då exempel tidigare i arbetet, från speciellt EON, visade på väldigt höga kostnader för en anslutning av ett småhus.

Roxulls rekommendationer har sin syn på hur ett hus ska isoleras enligt tabell under rubrik tre. Varken Öresundsvillan eller Alfavillan har byggts med denna andel isolering. Klart är också att Roxull möjligen kan vara aningen partiska i sitt sätt att se på mängd isolering som behöver användas och att byggtreprenörer ser på ett annat sätt. Men ett hus är, som vår examinator uttryckte det, inte miljömässigt bra för att det har bra och kraftiga installationer för uppvärmning; det krävs också ett gott klimatskal.

Vi tror och hoppas på att staten ger mer bidrag i framtiden för olika typer av förnybar energi, och gör det lättare genom kommande bestämmelser för små producenter att leverera ut på elnätet. Bidrag för solceller ska finnas också för privatpersoner såsom bidrag för solfångare och vindkraft.

Slutligen skulle detta vara ett spännande framtidsscenario av vår syn på ett nybyggt hus; Ett hus byggt med den isoleringsmängd som Roxull förespråkar, då ett bra klimatskal är utgångspunkten för ett bra hus. En förhoppning är att någon typ av återvinning av energi i huset är standard, kanske då främst genom FTX och att en värmepump med lämplig källa för aktuell ort är installerad. Huset ska producera sin hushållsel och förbrukningsel via någon typ av förnybar energi exempelvis solceller eller vindkraft som stöds med bidrag från staten, överskottet skickas ut på elnätet. En intressant tanke, som vi hoppas på, fick vi av Henrik Sundqvist på Skanska Nya Hem -att ”energibolags syfte i framtiden inte ska vara att producera el, utan balansera och sköta fördelningen ute på elnätet av el som produceras av privata villaägare”.

10 Källor

10.1 Tryckta källor

Aquasol, Aquasol solvärmesystem- *låt moder sol värma din pool* 2009.

Boverket 2, *Boverkets byggregler, BBR, avsnitt 9 BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20* 2008.

Energimyndigheten 1, *Värme i villan*, Energimyndigheten 2006

Energimyndigheten 2, *Solklart solvärme 2002*. Broschyren är framtagen i ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket och SEAS.

Energimyndigheten 3, *2007 Solceller Teknik, marknad och svensk forskning 2000–2005*

Energimyndigheten 4, *Uppvärmning i Sverige 2007*, En rapport från energimarknadsinspektionen.

Energimyndigheten 6, *Villavärmepumpar 2007*

Energimyndigheten 7, *Värme i villan*, Energimyndigheten 2006.

Energimyndigheten 8, *Villavärmepumpar Energimyndighetens sammanställning av värmepumpar för småhus* 2007.

Energirådgivarna, *Energideklarering av bostadsbyggnader Delområde – Varmvattensystem* 2009.

IVA, (Kungliga ingenjörsvetenskapsakademin) *El och värme från solen*, 2003.

Mårtensson, H. (2007) *Värmepump i villan*. Ica bokförlag

Ny Teknik 1, Melin J. *Nytt rekord för solceller* Publicerad 2009-01-20.

Ny Teknik 2, *Tjäna tusenlappar- på rätt nätbolag* Publicerad 2009-03-04.

Selinder, P. Walletun, H. & Zinko, H. (2003) *Kopplingsprincip för fjärrvärmecentral och frånluftsvärmepump* – Rapport från svensk fjärrvärme

Svensk energi 1, *Hur värmer vi svenska småhus idag och i framtiden?* Rapport från en arbetsgrupp inom Svensk Energi i samarbete med Elforsk och Villaägarnas Riksförbund december 2005

Värmepumpar, Konsumentverket 1994 *Värmepumpar, värmeväxlare, solfångare, elradiatorer med styrutrustning*

Warfvinge, Warfvinge, C, (2003) *Installationsteknik AK för V. Lund, KFS, studentlitteratur*

Wizelius, Wizelius, T. (2007) *Vindkraft i teori och praktik. Studentlitteratur 2:a uppl.*

10.2 Elektroniska källor

Boverket 1, 2009 <www.boverket.se/om-boverket/> (2009-05-08)

Boverket 3, 2009 Tillgänglig <<http://www.boverket.se/Kontakta-oss/Fragor-och-svar/Bygg-och-konstruktionsregler/Allman-fragor-och-svar-om-BBR/Nar-galler-BBR/>> (2009-04-24)

Boverket 4, 2009 Tillgänglig <<http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Andra-och-bygga-till/Boverkets-andringsrad-BAR/>> (2009-04-24)

Cirotech . Cirotech AB Stockholm, Tillgänglig Internet: <<http://www.cirotech.se/solpaneler-for-solvarme.htm>> Hämtad (2009-01-27)

Energimyndigheten 5, Fjärrvärme 2009. Tillgänglig: <<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Fjarrvarme/>> (2009-04-23)

Powerproducts 2004 Tillgänglig: <www.powerproductseurope.se/sida6/sida6.htm> (2009-04-21)

Qvantum, Qvantum energi. Tillgänglig <<http://sve.qvantum.sk-1.se/data/archive/pdf/serier/vrk0709.pdf>> (2009-04-02)

Roxull, 2009 Tillgänglig < <http://www.roxull.se/sw79318.asp>> (2009-04-20)

SOU, (2008). *Bättre kontakt via nätet – om anslutning av förnybar elproduktion.* (Statens offentliga utredningar 2008:13) Tillgänglig < <http://www.regeringen.se/sb/d/9991/a/98514>> (2009-03-18)

SVEP, Svenska värmepumpföreningen Tillgänglig:
<<http://www.svepinfo.se/varmepumpar/vatten/>> (2009-04-02)

Svensk solenergi 1, Svenska solenergiföreningen Tillgänglig:
<<http://www.svensksolenergi.se/omsolenergi/elfransolen.html>> Hämtad 2009-01-28

Värmepumpar.nu, 2009 Tillgänglig: <<http://www.xn--vrmepumpar-q5a.nu/>>(2009-01-26)

Westenhoff, 2008 Sebastian Westenhoff, Institutionen för kemi, Göteborgs universitet tillgänglig:
<<http://www.science.gu.se/aktuellt/nyheter/Nyheter+Detalj?contentId=844645>>Publicerad 2008-11-10. Hämtad 2009-01-28

WWEA, World Wind Energy Association. Tillgänglig
<http://www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=view&id=198&Itemid=43&limit=1&limitstart=3> hämtad 2009-02-02.