

# Effektiva energilösningar för småhus

- En studie om värmepumpar för småhus



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggnadsvetenskaper/ Byggnadskonstruktion

Examensarbete:  
Shoaib Shakil  
Arton Nasufi

© Copyright Shoaib Shakil, Arton Nasufi

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 2012

## Sammanfattning

Människors energibehov ökar ständigt och med stigande elpriser, miljöförstöring och minskade resurser innebär detta ett enormt behov av energieffektivisering.

I Sverige står byggsektorn för 40 % av energikonsumtionen och utav dessa står 60 % för uppvärmning och tappvatten. Detta insinuerar vikten av att hitta alternativa sätt till att minska elbehovet men också utnyttja miljövänliga och förnybara energikällor.

I denna rapport har vi velat följa ett aktuellt fall av en nyhusproduktion i Rydebäck och undersöka lämpligheten och möjligheten att installera värmepump och kostnaderna för det. Rapporten fokuserar på beräkning av husets energibehov för uppvärmning och tappvatten och val av värmepump och dess livskostnadsanalys.

Resultatet visar att val av värmepump styrs av elbehov, kostnader och uppfyllande av BBR`s krav. Vissa värmekällor som exempelvis sjövärme är inte möjligt i det aktuella fallet då närheten till sjö är för långt men den finns som alternativ i de platser där närheten tillåter installation.

Nyckelord: energibehov, värmepumpar, livscykelanalys, småhus.

## Abstract

People's energy needs are constantly increasing, and with rising electricity prices, environmental degradation and reduced fossil fuel reserves of oil in particular, the need for new thinking is necessary.

In Sweden, the construction sector stands for 40% of energy consumption and 60% of it is for heating and hot water. With those figures one realize the importance of finding alternative ways to reduce electricity demand but also make use of clean and renewable energy sources.

In this report we wanted to follow a current house project being built in Rydebäck and investigate the suitability and feasibility of installing a heat pump and the cost of doing so. The report focuses on calculating the building's energy demand for heating and domestic hot water and choice of heat pump and its life-cost analysis.

The results show that the choice of heat pump is controlled by electricity, costs and compliance with BBR`s requirements. Some heat sources such as lake heating etc. is not possible in the current case where the proximity of the lake is too far but the options is available in the places where proximity allows installation.

Keywords: energy, heat pumps, life cycle analyse, single-family homes.

## **Förord**

Kunskap och medvetna val ligger till grunden för förändring. Val som inte bara påverkar ekonomin och miljön, utan också generationer som ska komma. Därför hoppas vi att detta arbete påverkar någon i en positiv bemärkning.

Ett stort tack till familj och vänner för all stöd.  
Sist men absolut inte minst, ett enormt tack och mycket uppskattning riktas till Jonas Rosberg på Råå VVS byrå AB.



# Innehållsförteckning

<b>Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Avgränsningar</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Metod</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 LCC</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Fallstudien</b> .....	<b>3</b>
<b>4 Uppvärmning av bostäder</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 Dimensionering av värmesystem</b> .....	<b>4</b>
4.1.1 Effektbehov och energibehov .....	5
4.1.1.1 <i>Effektbehov</i> .....	5
4.1.1.2 <i>Energibehov</i> .....	9
4.1.2 Distributionssystem.....	10
4.1.2.1 <i>Värmeavgivare/ Lokalvärmare</i> .....	11
<b>5 Ventilation i bostäder</b> .....	<b>13</b>
<b>5.1 Indelning av ventilationssystem</b> .....	<b>14</b>
5.1.1 Självdragsventilation, S .....	14
5.1.2 Frånluftsventilation, F.....	14
5.1.3 Frånluftsventilation med värmepump, FVP .....	15
5.1.4 FTX- System .....	15
5.1.5 Val av ventilation.....	15
<b>6 Värmeproduktion</b> .....	<b>16</b>
<b>6.1 Värmepump</b> .....	<b>16</b>
6.1.1 Ytjordvärmepump.....	17
6.1.2 Bergvärmepump .....	18
6.1.3 Grundvatten- och sjövattnvärmepump .....	19
6.1.4 Uteluftvärmepump.....	20
6.1.5 Luft/ vatten- värmepump.....	20
6.1.6 Frånluftsvärmepump .....	21
<b>6.2 Pellets</b> .....	<b>22</b>
<b>6.3 Fjärrvärme</b> .....	<b>23</b>
<b>6.4 Flexibla system</b> .....	<b>23</b>
<b>6.5 Solvärme</b> .....	<b>23</b>
<b>7 Regler och föreskrifter</b> .....	<b>24</b>
<b>7.1 BBR</b> .....	<b>24</b>
7.1.1 Bostäder.....	25
<b>8 Resultat</b> .....	<b>27</b>
<b>8.1 Lämplighet</b> .....	<b>27</b>

<b>8.2 Effektbehov .....</b>	<b>27</b>
<b>8.3 Energibehov .....</b>	<b>28</b>
<b>8.4 Val av värmepump .....</b>	<b>28</b>
<b>8.5 Kostnad .....</b>	<b>29</b>
<b>8.6 Diskussion och slutsats .....</b>	<b>30</b>
8.6.1 Kompressorns livslängd .....	30
8.6.2 DVUT och Tidskonstant .....	30
8.6.3 Installerad el effekt för uppvärmning .....	30
8.6.4 Brister med uppskattningar av värden, kostnader, energi etc. .....	31
8.6.5 Brister med tillgängliga personer/källor .....	31
<b>9 Källförteckning .....</b>	<b>32</b>
<b>10 Bilagor .....</b>	<b>34</b>
<b>Effektbehov .....</b>	<b>34</b>
<b>Tidskonstant .....</b>	<b>45</b>
<b>Planlösning .....</b>	<b>47</b>



## **Inledning**

Energi kostar pengar och resurser, i samband med att resurserna blir färre och energibehovet större. Detta innebär att energieffektivisering för privatpersoner likväl hela nationer, är av största intresse för att värna om en hållbar framtid. Energieffektivisering innebär mer energi ur mindre mängds resurser, därför behövs smartare tekniska lösningar och en ökad medvetenhet.

### **1.1 Bakgrund**

I Sverige står byggsektorn för ca 40 % av den totala energikonsumtionen. Utav dessa 40 % står uppvärmning av byggnader och tappvarmvatten, för hela 60 %.

Genom medvetenhet och planering kan både miljö och plånbok besparas. Åtgärder omfattar alltifrån lågenergi lampor till val av värmeproduktion i form av värmepumpar, solenergi, olja, pellets, direktel, vind- vattenkraft mm.

Ett genomsnittligt Svenskt hushåll, har en boyta på 149 m<sup>2</sup> och en total energianvändning på ca 23 980 kWh/år.

Utav detta energibehov, står produktion av värme och varmvatten för ca 17 890 kWh/år dvs. ca 75 % av den totala energikonsumtionen.

Ur en ekonomisk synpunkt innebär detta en kostnad på hela 26 835kr/år med ett elpris på 1,5 kr/kWh, och detta enbart för värme och varmvatten.

Detta kan ge en indikation på hur kostsamt energislöseri kan vara för plånboken och inte minst miljön.

För att lyckas effektivisera energikonsumtionen kan det vara lämpligt att börja i de privata bostäderna eftersom de utgör grunden

### **1.2 Syfte**

Detta examensarbete har som syfte och målsättning att undersöka vilken typ av värmepump som är lämplig för småhus.

Undersökningen ska granska de faktorer som påverkar val av värmepump med fokus på energiåtgång, och kostnader.

De frågor som är av relevans och som ska försöka besvaras är:

- Hur fungerar en värmepump?
- Vad är lönsamheten för olika värmepumpar?

### **1.3 Avgränsningar**

Arbetet kommer endast ta hänsyn till värmepumpar för småhus. Andra byggtekniska lösningar som exempelvis konstruktionslösningar, isoleringstjocklekar osv. kommer inte beaktas i första hand.

Utförandet av arbetet ska vara sådant att alla läsare ska ha förståelse av innebörden.

## 2 Metod

För att enklare kunna besvara frågeställningen, kommer en fallstudie utföras på ett nybygge i Rydebäck. Alla beräkningar och insamlad information tillämpas fallstudien.

All information erhålls genom litteratur, intervjuer, internetsidor, datorprogram samt byggherren.

Information om fallstudien baseras på byggnadens ritningar som byggherren försett.

Kostnadsberäkningar omfattar LCC- kalkyler.

Energiberäkningarna utförs för hand med hjälp av tillgänglig litteratur, samt datorprogrammet Isover energi 3.

### 2.1 LCC

LCC står för "livscykelkostnad" eller "Life Cycle Cost" och är en metod som beräknar en produkts totala kostnad under hela dess livstid. Detta innebär att man enkelt kan uppskatta produktens totala kostnad och lönsamhet gentemot andra system.

Med hänsyn till framtida pris ökning/sänkning av exempelvis el, måste man beräkna detta med hjälp av nuvärdet för respektive framtida kostnad.

LCC beräknas enligt följande (Belok, 2012).

$$LCC_{TOTAL} = Grundinvestering + C_{ENERGI} + C_{UNDERHÅLL} - C_{REST}$$

Nuvärde av energikostnad:

$$C_{ENERGI} = E_{ENERGI} \cdot e_{ENERGI} \cdot \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

Nuvärde av underhållskostnad:

$$C_{UNDERHÅLL} = \text{Årlig underhållskostnad} \cdot \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

$$C_{REST} = c_{REST} \cdot (1+i)^{-n}$$

$E_{ENERGI}$  = Årligt energibehov (kWh/år)

$e_{ENERGI}$  = Dagens energipris (kr/kWh)

$c_{REST}$  = Investeringens värde vid kalkylperiodens slut (kr)

$n$  = Kalkylperiod (år)

$i$  = Real kalkylränta (%)

$q$  = Real årlig energiprisökning

### 3 Fallstudien

Fallstudien är baserad på en 1 ½- plans villa av modellen Lindö från Götenehus. Huset ska byggas i Rydebäck och består av 6 rum och kök med en total boyta på 170m<sup>2</sup>. Tomtarean exklusive huset, är 608m<sup>2</sup>.

Kostnaden för villan är ca fyra miljoner kronor, inklusive tomten som kostar lite mer än en miljon kronor.

Byggherren är en familj bestående av två föräldrar och två barn. Deras önskemål är ett fint och modernt hus med hög komfort. Krav på byggtekniska lösningar så som värmesystem, är att det ska vara relativt problemfritt, kostnadseffektiv och med hög verkningsgrad.



*Figur 3.1 Götenehus hustyp Lindö (Götenehus, 2012 )*

## 4 Uppvärmning av bostäder

Ett värmesystem har i uppgift att förse en bostad med värme och tappvarmvatten.

Förenklat består systemet av fyra huvudkomponenter;

- Panna för beredning av värme och tappvarmvatten som distribueras med vatten eller luft som värmebärare.
- Distributionssystem sprider det värmebärande mediet (vatten eller luft) från pannan till värmeavgivarna.
- Värmeavgivare förser byggnaden med värme oftast i form av radiatorer, konvektorer och golvvärme men kan också föras via tilluften om ventilationssystemet är sådant utformat.
- Styr- och regleringssystem anpassar temperaturen och flödet efter klimat och behov.

(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 4.1 Dimensionering av värmesystem

Vid dimensionering av en byggnads värmesystem följs oftast ett protokoll av arbetsuppgifter:

- Reservera ett utrymme i byggnaden för värmesystemet.
- Fastställa lägsta accepterade lufttemperatur för varje rum.
- Beräkna värmeeffektbehovet för alla rummen och därefter det totala effektbehovet för hela byggnaden.
- Välja typ och placering av rumsvärmare.
- Dimensionera rörsystem mellan värmecentralen och rumsvärmarna.
- Dimensionera:
  - Rumsvärmare
  - Rör
  - Alla komponenter i ett rörsystem
- Beräkna tryckfall i hela systemet.  
Tryckfallet visar behovet av injustering i systemet för att få ut rätt flöde till alla värmare, samt vilken typ av cirkulationspump som behövs.
- Dimensionera styr- och regleringssystem.

(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 4.1.1 Effektbehov och energibehov

Med en byggnads värmebehov, kan man antingen mena effektbehovet eller energibehovet.

Effektbehovet anges i watt och bestämmer storleken på värmesystemet och kopplas till kostnadsinvesteringar för systemet. Effektbehovet anges i  $W/m^2$ ,  $A_{temp}$ , vilket innebär en effekt fördelat på den area av bostaden som ska uppvärmas.

Energibehovet anges i kWh och redogör hur mycket tillförd eller köpt energi som behövs för byggnaden.

Både effekt- och energibehovet ska uppfylla kraven från BBR (se kap ”regler”).(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

#### 4.1.1.1 Effektbehov

För att kunna dimensionera ett värmesystem som tillgodoser ett behagligt inneklimat oavsett uteklimat, måste man beräkna effektbehovet, som är en indikation på vilken kapacitet värmesystemet bör ha.

Faktorer som påverkar effektbehovet:

- Klimatskalets omslutningsarea  $A_{om}$
- Isoleringsförmåga
- Värmetröghet
- Lufttäthet
- Ventilationsutförande
- Innetemperatur
- Uteklimat

(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

#### Dimensionerande inneluftstemperatur

Dimensionerande inneluftstemperatur är den temperatur som värmesystemet ska säkerställa inomhus.

I småhus brukar DIT vara mellan  $20^{\circ}C$  och  $22^{\circ}C$  (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

#### Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT

För att kunna beräkna effektbehovet, måste man känna till den dimensionerande vinterutetemperaturen eller förkortat DVUT.

DVUT är en medeltemperatur av minst ett dygn för den kallaste tiden på året.

Vid beräkning av effektbehovet, väljer man DVUT utifrån ort och tidskonstant.

Tidskonstant är ett mått på värmetröghet dvs. byggnadens förmåga att lagra värme. Värdet anges i timmar eller dygn och påverkas av hur länge byggnaden behåller värmeenergi.

Material som sten och betong är värmetrögare än trä och sådana byggnader har därför större tidskonstant. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

Tidskonstanten,  $\tau$  beräknas enligt BBR:

$$\tau = ((\sum c \cdot m) / (\sum U \cdot A + Q_v)) \cdot (1 / 3600)$$

Utifrån angiven formel beräknades tidskonstanten för fallstudien, som uppgick till 2,68 dygn. Detta är den tid som villan behåller sin värmeenergi. (Se bilaga)

### Byggnadens värmebalans

Värmebalansen innebär att man beräknar skillnaden mellan förluster och tillförd värmeenergi. Resultatet indikerar hur mycket värme som måste tillföras.

Vid beräkning av effektbehovet tas inte hänsyn till värmeenergin från sol och internt generad värme, dessa har dock större inverkan vid beräkning av energibehovet.

Värmeförluster:

- Transmission,  $P_t$
- Ventilation,  $P_v$
- Oavsiktlig luftventilation,  $P_{ov}$

Byggnadens värmeförsörjning:

- + Solinstrålning,  $P_s$
- + Internt alstrad värme,  $P_i$
- + Värmesystem,  $P_w$

$$P_w + P_s + P_i = P_v + P_t + P_{ov}$$

(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

## Transmissionsförluster, $P_t$

Transmissionsförluster är den värme som går förlorat genom byggnadens klimatskal. Med klimatskal menas byggnaden ytterhölje som skyddar mot klimatet dvs. golv, tak, ytterväggar, fönster och dörrar.

För att beräkna husets värmeförluster krävs att man känner till U-värdet för hela byggnaden.

U-värdet är värmegenomgångskoefficienten ( $W/m^2, K$ ), som är ett mått på hur mycket värme ett material släpper igenom. Ju lägre U-värde ett material har, desto bättre är dess isoleringsförmåga.

När alla U-värden och areor för klimatskalet är uträknade, framställs ett genomsnittligt U-värde ( $U_m$ ) för hela byggnaden.

$U_m$  beräknas genom att summera de olika konstruktionernas U-värden, multiplicerat med dess areor, adderat med alla linjära köldbryggor. Detta divideras med den sammanlagda omslutande arean för uppvärmd inneluft. I detta arbete försummas de punktformiga köldbryggorna.

U-värdet för exempelvis en vägg beräknas enligt formeln:

$R$  = värmemotstånd för respektive skikt i väggen.

$R_{si}$  = Värmemotstånd inomhus

$R_{se}$  = Värmemotstånd utomhus

$d$  = tjocklek

$\lambda$  = värmeledningsförmåga

$$U = 1/(R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se})$$

$$R = d/\lambda$$

$$U_m = \frac{(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \Psi_k + \sum_{j=1}^p X_j)}{A_{om}}$$

$U_m$  = Byggnadens genomsnittliga U-värde ( $W/m^2 K$ )

$A_i$  = Invändig area för respektive byggnadsdel ( $m^2$ )

$\Psi_k$  = U-värde för linjära köldbryggors ( $W/m, K$ )

$l_k$  = Längden av den linjära köldbryggan ( $m$ )

$X_j$  = U-värde för Punktformiga köldbryggors ( $W/K$ )

$A_{om}$  = Klimatskalets area dvs golvet, taket, ytterväggar med fönster och dörrar

Köldbryggor är en benämning på den del av en konstruktion som kan leda kyla eller värme mot insidan av byggnaden. Oftast är det förmågan att leda kyla till den varma insidan som bidrar till att husets totala U-värde höjs. Köldbryggor kan förekomma i olika konstruktioner, oftast i hörn och böjar eller i infästningar eftersom dessa är mer utsatta för klimatet eller består av ett material med god värmeledningsförmåga.

Byggnadens totala förlorade värmeeffekt genom transmission, beräknas enligt:

$$P_t = U_m \cdot A_{om} \cdot \Delta T \quad (\text{W})$$

$$Q_t = \sum U_i \cdot A_i + \sum \Psi_k \cdot l_k + \sum X_j \quad (\text{W/K})$$

Värmeeffektbehov för transmissionsförluster beräknas genom:

$$P_t = Q_t \cdot \Delta T \quad (\text{W})$$

$Q_t$  = Värmeförlustfaktorn för transmission  
 $\Delta T$  = Skillnaden mellan ute och inne temperatur (K)  
 (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### Ventilationsförluster, $P_v$

Bortföringen av gammal förorenad luft medför att värmen också ventileras ut men kan återvinnas om byggnaden har ett luftåtervinnningssystem. En annan viktig funktion som ges av ventilationssystemet, är att skapa ett undertryck i byggnaden. Detta medför att uteluften sugas in genom tilluftsdon, medan frånluften avges. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### Okontrollerade ventilationsförluster, $P_{ov}$

Otättheter i klimatskalet medför att en viss mängd uteluft läcker in och ut. Denna luft ska kunna värmas till rumstemperatur, av värmesystemet. Effekten av den okontrollerade ventilationen påverkar effektbehovet för hela värmesystemet och beräknas enligt:

$$P_{ov} = Q_{ov} \cdot \Delta T \quad (\text{W})$$

$Q_{ov}$  = Värmeförlustfaktorn för okontrollerad ventilation (W/K)  
 $\Delta T$  = Skillnaden mellan ute och inne temperatur (°C)

$$Q_{ov} = \rho \cdot c_p \cdot q_{ov} \quad (\text{W/K})$$



$\rho$  = Luftens densitet, 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_p$  = Luftens specifika värmekapacitet, 1000 J/kg, K  
 $q_{ov}$  = Luftflöde (m<sup>3</sup>/s)  
(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### Solinstrålning, $P_s$ & Internt alstrad värme, $P_i$

Gratisvärmen i form av solinstrålning och internt alstrad värme, beaktas inte vid beräkning av effektbehovet men används vid uträkning av energibehovet. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### Värmesystemets effektbehov, $P_{dim}$

Det dimensionerade effektbehovet beräknas för att säkerställa att värmesystemet har en effekt som klarar att leverera önskad inomhus temperatur (DIT) vid DVUT med hänsyn till byggnadens totala värmeförlustfaktor, enligt:

$$P_{dim} = Q_{tot} \cdot (DIT - DVUT)$$
$$P_{dim} = P_t + P_v + P_{ov}$$

Effektbehovet beräknas för varje rum. Storleken på effektbehovet talar om vilken dimension värmeavgivaren ska ha för respektive rum. Effektbehovet för alla rum och utrymmen, summeras för att fastställa byggnadens totala effektbehov. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

Det totala effektbehovet för fallstudien blev 5391,722 W. Vilket innebär att värmepumpen måste ha en effekt på 5-6 kW (se Kapitel 8 och Bilaga)

#### 4.1.1.2 *Energibehov*

Beräkningen av energibehovet är enbart en uppskattning av det förväntade energibehovet under normala förhållanden. Resultatet kan variera i praktiken, beroende på livsstil.

Isover energi 3 är ett program som beräknar genomsnittlig värmegenomgångskoefficienten ( $U_m$ ) och energibehovet för byggnader, i enlighet med BBR.

För att uppskatta energibehovet mha av Isover Energi 3, måste man känna till några parametrar:

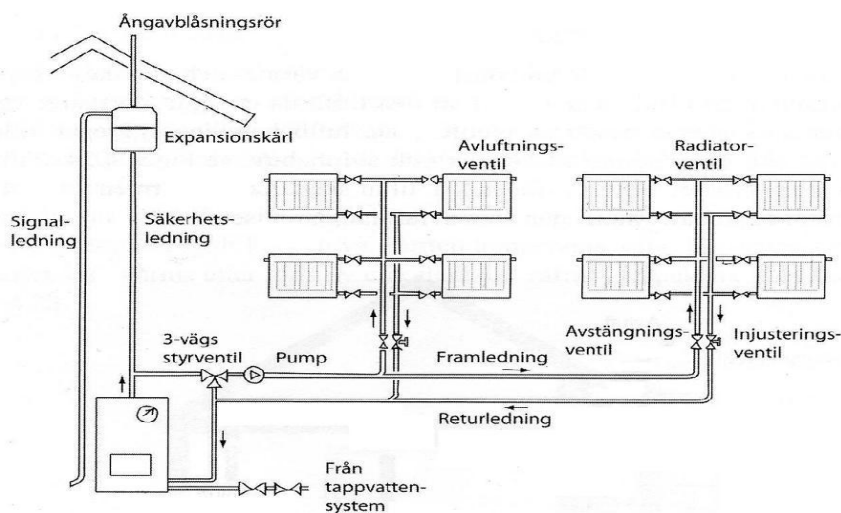
- Geografisk orientering och solinstrålning
- Luftväxling
- Poster som ger internvärme (gratisvärme från apparater och människor)
- Värmesystem (dimension, verkningsgrad och installerad el-effekt)
- Varmvattenberedning (installerad el-effekt)

Med hjälp Isover Energi 3 uppskattades energibehovet till 37 kWh/m<sup>2</sup>, år. Med en boyta på 170m<sup>2</sup> innebär detta ett årligt energibehov som uppgår till 6290 kWh/år (Se Bilaga).

#### 4.1.2 Distributionssystem

Distributionssystemet är ett nätverk av rör, ledningar och komponenter vars uppgift är att transporterar det producerade varmvattnet, från pannan till golvvärmesystemet och radiatorerna där avges värmen genom konvektion, strålning och ledning.

Fallstudien ska ha ett tvårörs system som fungerar genom att retur- och framledningarna är parallellkopplade vilket innebär att alla radiatorer får samma framledningstemperat oavsett placering. När framledningsvattnet avger sin effekt genom radiatorn, återgår det avsvalnade returvattnet tillbaka till pannan i en gemensam returledning. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)



Figur 4.1 Distributionssystem (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

#### 4.1.2.1 Värmeavgivare/ Lokalvärmare

I fallstudien har golvvärme på entréväningen och radiatorer på andra våningen valts. Båda systemen är vattenburna med en fram och retur- lednings temperatur på 45°C respektive 35°C.

##### Golvvärme

Ett golvvärmesystem med vatten som värmebärare, består av rörslingor som placeras under golvytan.

Alla rum har sin egen slinga för att kunna reglera värmen efter önskemål.

Större rum har oftast flera slingor eftersom avkylningen av vattnet inte ska bli för stor. Alla slingor är kopplade till en fördelare där vattenflödet kan styras.



*Figur 4.2 Golvvärme ingjuten i betongplatta (Gränsfors, 2012)*

Golvvärme gjuts in i betongen då man har platta på mark eller betongbjälklag. Vid träbjälklag monteras slingorna på värmespridande plåtar som fördelar värmen jämnt.

Reglering av värmen är i långsam, i synnerlighet golvvärme i betong eftersom denna har en högre värmelagrings förmåga.

Golvvärme har en stor värmeavgivande yta och är ett lågtemperatur system, vilket innebär att temperaturen bör vara någon grad högre än inneluften. Max temperatur enligt BBR är 26°C.

Den låga temperaturen gör att golvvärme är mycket kompatibel med en värmepump, som också fungerar optimalt i ett lågtemperatur system.

Något man tar hänsyn till, är vilket golvmaterial som ska ligga ovanför golvvärmen, eftersom de har en isolerande förmåga som påverkar framledningstemperaturen som i sin tur påverkar vilken temperatur som avges. Underliggande isolering på bottenplattan brukar vara 300mm vid nybygge eftersom mycket av värmen annars går förlorad ner mot marken.

Hälften av golvvärmen avges genom konvektion och andra hälften genom strålning.

För att ett företag som ex Uponor ska kunna dimensionera ett golvvärmesystem, krävs kännedom om varje rums effektbehov. Golvet konstruktion bör också redovisas eftersom skikten värmeisolerar olika mycket, vilket påverkar framledningstemperatur för systemet.

## Radiator

Radiatorer eller värmeelement kommer i olika utföranden. De mest vanliga är sektionsradiatorer och panelradiatorer.

Sektionsradiatorer består av sammanfogande element där värme avges till 85% genom konvektion och 15 % genom strålning.

Den andra typen är panelradiatorer som består av sammanpressande stålplåtar med vertikala vattenkanaler. Värmen avges 35 % genom strålning och 65 % genom konvektion.

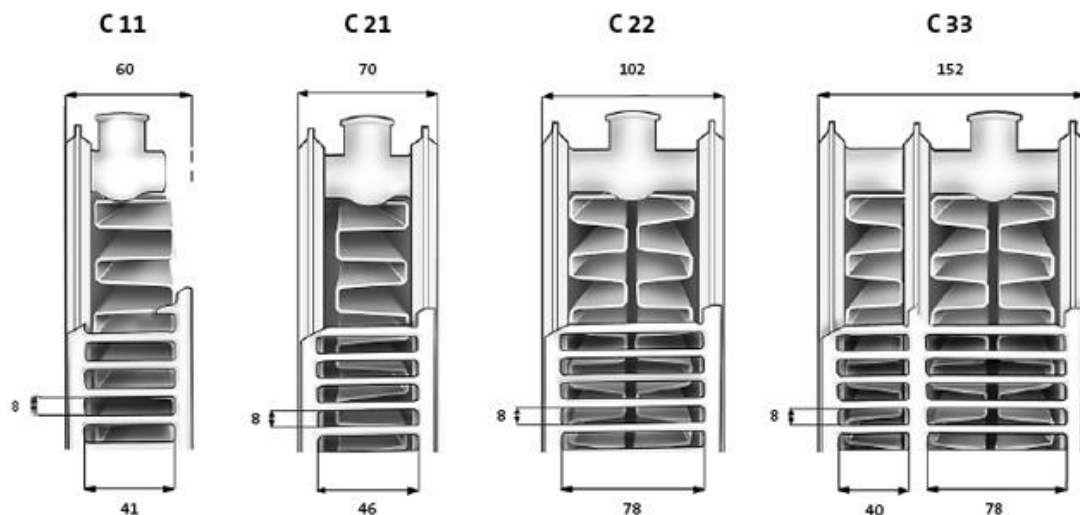
Panelradiatorer kommer i olika utföranden där 11, 21, 22 och 33 är de som idag används vanligtvis vid nybyggnation.

11 består av en plåt med vertikala vattenkanaler, på framsidan och en konvektionsplåt på baksidan. Plåten strålar ut värme och luft som förs förbi konvektionsplåten, värms upp och för med värmen till rummet.

21, har två värmeplåtar på fram och baksidan med en konvektionsplåt i mellan.

22, har två värmeplåtar och två konvektionsplåtar som två 11or.

33, är en kombination av 11 och 22 och är den tjockaste av de fyra sorterna.



Figur 4.3 Typer av panelradiatorer (Purmo, 2012)

Radiatorerna kommer i standardiserade storlekar eftersom de nästan alltid är placerade under fönster som också är standardiserade.

Placeringen under fönster innebär att radiatorerna inte bara avger värme till lokalen, utan också förebygger kallras som uppstår då luft kyls ner av fönstret och flödar längs golvet. (Purmo. 2012)

Förutom effektbehovet, påverkar framledningstemperaturen storleken på radiatoren. Högre framledningstemperatur innebär att radiatoren kan vara mindre och samtidigt avge samma effekt. Detta är inte till fördel om man har värmepump eftersom verkningsgraden (COP) för värmepumpen fungerar bäst med ett lågtemperatur system. Däremot kan ex ett pelletsystem fungera bra med ett högtemperatur system (80/60) med mindre radiator.

## 5 Ventilation i bostäder

En stor del av värmeenergin går förlorad genom ventilation . Mängden ventilerad luft är därmed direkt kopplad till byggnadens effektbehov. Nedan beskrivs kortfattat de vanligaste ventilationssystemen i Sverige.

Ventilationens främsta uppgifter är

- Tillföra frisk luft och bortföra förorenad luft
- Hindra spridning av föroreningar
- Säkerställa ett undertryck inomhus
- Vid behov kyla eller värma

Hur mycket ventilationsluft som ska bortföras, beror på utrymme och verksamhet i bostaden.

BBR gav tidigare ut råd på hur mycket frånluftsflödet skulle vara för olika rum och verksamheter däri.

Ett krav från BBR är att minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras.

Sovrum

## 5.1 Indelning av ventilationssystem

Ventilationssystem i Sverige kan delas in i följande huvudtyper:

- Självdrag (S)
- Frånluft (F)
- Till och frånluft med värmeåtervinning (FTX)

Respektive huvudtyper kan kompletteras med olika system exempelvis frånluftssystem med värmepump (FVP)

I denna rapport kommer FVP och FTX ligga i fokus angående ventilationssystem.

För att få en bättre förståelse om de olika typerna kommer en kort beskrivning av huvudtyperna att redogöras nedan.

### 5.1.1 Självdragsventilation, S

Ventilationen sker med självdrag, vilket innebär att uteluften sugas in via uteluftsventiler i sovrum och vardagsrum samt otätheter i klimatskalet.

Bortföring av luft sker i frånluftskanaler genom frånluftsdon placerade i kök och badrum.

Systemet saknar helt fläkt och luftflödets drivkraft är den termiska skillnaden mellan kall uteluft och varm inomhusluft.

Under sommartiden då utomhustemperaturen kan vara samma som inomhus, kan luftflödet genom bostaden minska kraftigt. Då utemperaturen överstiger inomhustemperaturen, kan luftväxlingen helt avstanna och även gå baklänges.

Fördelar: Ingen elförbrukning, litet underhållsbehov

Nackdelar: Liten förmåga att styra ventilationen, dålig ventilation sommartid, överventilation vintertid, värmeenergi i inomhus luften återanvänds inte.

(Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 5.1.2 Frånluftsventilation, F

Ventilation sker i princip på samma sätt som i ett S system med skillnaden att en frånluftsfläkt skapar ett undertryck vilket medför att uteluft sugas in i tilluftsdon som är placerade i sovrum och vardagsrum. Frånluften sugas ut via frånluftsdon i kök och badrum.

F- system är mest lämplig i småhus där en måttlig mängd uteluft kan tas in via uteluftsdonen. I större byggnader där kravet på tilluft samt värme och kyla är högra, är det svårt att säkerställa en komfortabel ventilation med ett F-system.

Fördelar: Ventilationsflödet kan justeras, fläkt som säkerställer undertryck och bortföring av förorenad luft, värmeenergin i frånluften kan återvinnas med en värmepump

Nackdelar: Fläkt som drar el, frånluftsdon kan medföra störigt ljud, systemet kräver en noggrannare injustering av frånluftsdon. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 5.1.3 Frånluftsventilation med värmepump, FVP

Fungerar i princip på samma sätt som ett vanligt F-system fast med skillnaden att värmeenergin i frånluften återvinns i värmepumpen innan den avges utomhus. Den återanvända värmeenergin används sedan för att värma vatten till ett vattenburet värmesystem och tappvarmvatten.

Fördelar: Samma som för ett vanligt F-system fast med den stora fördelen att återvinna värmeenergin och därmed reducera mängden köpt energi.

Nackdelar: Värmepumpen drar el. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 5.1.4 FTX- System

FTX står för från och tilluftssystem med återvinning.

Systemet innebär att man har två kanaler för tilluft respektive frånluft och en värmeåtervinnare mellan dem för att återvinna värmeenergin i frånluften till tilluften.

FTX lämpar sig för lokaler och byggnader som behöver säkerställa och reglera ventilationen. Systemet kräver dubbla ventilations kanaler och två fläktar för respektive kanal, vilket medför högre kostnader

Fördelar: Stor möjlighet att reglera ventilationen,

Nackdelar: Dyrare i installation, material och drift, kräver mer utrymme, buller från kanaler och fläktar. (Warfvinge, Dahlblom, 2010)

### 5.1.5 Val av ventilation

För fallstudien har Götenehus valt att ha ett FVP system. Med tanke på husets utformning finner även vi att detta är lämpligt.

Utifrån information om systemen och familjens önskemål, finner vi att ett S-system inte säkerställer ventilationen året om, medans ett FTX system hade varit överflödigt och dyrt. Detta medför att vår egen slutsats är att välja ett F-system och med en kombinerad värmepump även återvinna värmeenergin. FVP säkerställer en god termisk komfort till fördelen av ett lägre pris än FTX.

## 6 Värmeproduktion

Olika faktorer påverkar valet av värmekälla, bland dessa är hustyp och konstruktion, uppvärmningsbehov, belägenhet osv.

Vid nybyggnation bör man tänka över vilka system huset ska ha, i form av ventilation och sanitet, eftersom även dessa samspelar med värme systemet i ett ska VVS- system.

### 6.1 Värmepump

Värmepumpen introducerades till Sverige i slutet av 70-talet och början av 80-talet som ersättning till de vanliga olje-, el- och vedpannorna. Sen dess har ca 300 000 värmepumpar installerats och antalet ökar med ca 17000 aggregat per år. Merparten av dessa värmepumpar använder berg-, jord- och sjövärme men det finns också uteluft och frånluftvärmepumpar.

Värmepumpens funktion grundar sig på fysiska teorin att alla vätskor, gaser eller fasta ämnen innehåller värme på temperaturer högre än  $-273\text{ °C}$ , det som kallas den absoluta nollpunkten.

Värmepumpen utnyttjar värmen när fysiska övergångar sker t.ex. övergången från kokande till ånga och sen tillbaka från ånga till flytande vätska eller värmen som bildas när gas komprimeras.

En värmepump består i huvudsak av fyra komponenter:

- Förångare
- Kondensor
- Kompressor
- Strypventil

Ett rörsystem kopplar ihop dessa delar till ett slutet krets. I denna krets cirkulerar ett köldmedium som växlar mellan gasform i ena delen av kretsen och vätska i ett annat.

Värmepumpen fungerar på det sättet att ett köldmedium tar upp värme från en källa, (berg, jord, luft etc.) och genom att sänka trycket med en expansionsventil i förångaren sänker man köldmedlets kokpunkt vilket leder till att det kokar redan vid så låga temperaturer som  $-15\text{ °C}$ . Den ånga som bildas sugas in till kompressorn där gasen komprimeras och trycket höjs det



leder till att temperaturen blir högre. Den varma gasen transporteras genom rörsystemet till kondensorn där värmen överförs till husets värmesystem, när detta gjorts avkyls gasen och kondenserar till vätska igen. Vätskan passerar strypventilen som sänker trycket och köldmediet återgår till värmekällan där kretsloppet startar igen.

Värmepumpen eller rättare sagt kompressorn i värmepumpen är den del som kräver energi till att driva gasen vidare, energi i form av elenergi. Skillnaden mellan den tillförda elenergin och utvunna värmeenergin är värmepumpens verkningsgrad och mäts i värmefaktor, även kallad COP (Coefficient Of Performance). Till exempel om man tillför 1 kWh el och får ut 3 kWh innebär det att värmepumpen har en värmefaktor på 3 (COP 3). Det innebär att man får ut tredubbelt så mycket energi som man tillför.

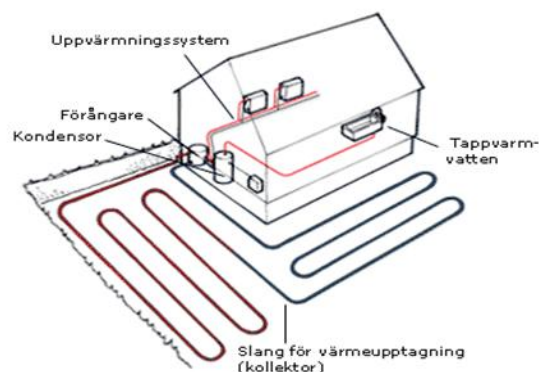
Det finns olika typer av fabrikat av värmepumpar men också olika energikällor. De vanligaste värmepumparna redovisas nedan (Mårtensson. 2007)

### 6.1.1 Ytjordvärmepump

När man installerar en ytjordvärmepump så gräver man upp en stor markyta så av förståeliga skäl så bör metoden vara aktuellt bara om huset har en tillräckligt stort trädgård att gräva upp. Att återställa den uppgrävda ytan är rätt kostsam som bör tas i beaktande när man beräknar denna typ av värmepumps lönsamhet. Dock bör det sägas att en ytjordvärmepump är billigare än bergvärmepump men dyrare än luftvärmepump.

Den relativt höga investeringskostnaden gör att ytjordvärmepump bör väljas i de fall då energiförbrukning är hög.

Ytjordvärmepumpen fungerar på det sättet att man utnyttjar det värme som lagras i markens ytlager genom direkt solstrålning och av regnvatten under årets varmare månader. Ytjordvärmepumpen hämtar värmen genom en kollektorslang, oftast är det en pvc-slang fylld med glykol- eller spritblandat vatten eller en effektivare men också miljömässigt mer riskfylld kopparrör fylld med ett köldmedium, som grävs ner till frostfritt djup på en meter i landets södra delar och lite



Figur 6.1 Ytjordvärmepump (Värmia, 2012)

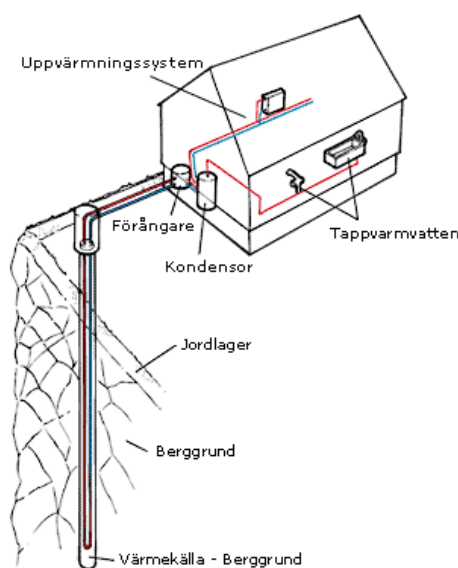
djupare på landets norra delar. Slangens längd beror på hur mycket värme som huset kräver men också på jordens lagringseffekt dvs. hur mycket energi man kan utvinna ur marken per meter och det är beroende av jordens täthet och fukthalt. Vid hög fukthalt ökar möjligheterna till högt värmeuttag, men marken bör inte vara mättad. (Ta reda på om det finns skillnader och i så fall hur i hela landet). Overall talar man om för en normal villa en längd på ca 500 m. Avståndet mellan slangarna ska vara minst 1-1,5 m vilket gör att markytan som ska grävas upp blir ca 400-600 m<sup>2</sup>. Därför bör ytan vara lättgrävd utan större stenar eller träd och buskar. Man ska alltid också själv rita eller be om en karta med slangens läge tydligt markerad på tomtkartan för framtida grävningar, men också för att det inte går att bygga på den plats slangerna grävs ner.

(Mårtensson. 2007)

### 6.1.2 Bergvärmepump

Bergvärme är den värmekälla som har bäst förutsättningar för att ge tillräckligt med värme under hela året för att grundvattnet och bergarten i energibrunnen håller en jämn och hög temperatur hela året. Temperaturen ökar också ju längre ner man gräver i snitt pratar man om 1 grad C/100 m. Bergvärmepumpen hämtar värmen på ett djup av ca 100-200 m.

Olika bergarter har dock olika värmeledningsförmåga, hårda bergarter som exempelvis granit eller gnejs har bättre värmeledningsförmåga, och det betyder att för samma värmelast kan man behöva gräva olika djupa borrhål vilken måste tas i beaktande när man gör en lönsamhetskalkyl då borrhningen är väldigt dyr och gör Bergvärm till det dyraste alternativet. Dessutom tillkommer kostnader för stålförstärkning av borrhålet genom de övre lösa jordlagren.



Figur 6.2 Bergvärmepump (Energiportalen 2, 2012)

Bergvärmepumpen fungerar på det sättet att man borrar en eller flera energibrunnar ner i berget, regel för minimiavstånd mellan borrhålen är 20 meter. En kollektorslang liknande det vid ytjordvärmepumpen sänks ner i hålet och värmen som finns i grundvattnet men på djupare delar av brunnen också av jordens inre geotermiska värme värmer upp glykolvattnet i slangen och det förs till värmepumpen.

Bergvärmepump är lämpligt att använda vid uppvärmning av större byggnader som varuhus eller växthus.

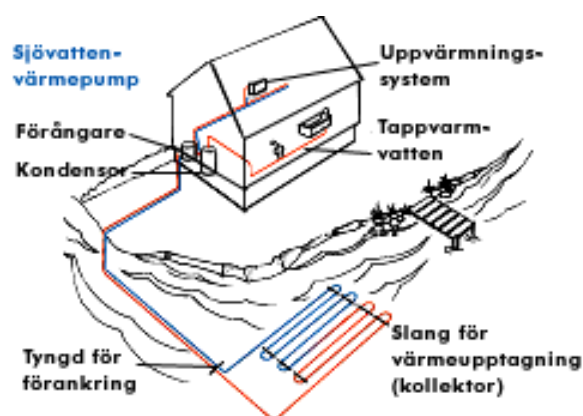
### 6.1.3 Grundvatten- och sjövattnenvärmepump

Sverige har många sjöar och för många människor är drömmen om ett hus nära en sådan stort. Om man bor i närheten av en sjö finns möjligheten att välja att installera en sjövattnenvärmepump. Orsaken till att man väljer det kan vara att man saknar markytan som krävs för att installera ytjordvärmepump och vill slippa de höga borkostnaderna när man installerar en bergvärmepump.

Principen för sjövattnenvärmepumpen är densamma som vid ytjordvärmepumpen, en kollektorslang läggs ut vid sjöbotten och glykolvatten utvinnet värme som sjövattnet lagrat vid direkt solstrålning. Om avståndet till sjön är långt kan man kombinera ytjordvärme och sjövärme på det sättet att man gräver ner slangen från sjön till huset på sådan markdjup att man också absorberar jordvärmen. Om avståndet till sjön är kort måste man dock isolera slangen till och från huset.

Sjövattnenvärmepump är inte alltid ett alternativ, närhet till en sjö är inte alla som har och det är svårt att få tillstånd att lägga ut kollektorslangen då vissa kommuner anser att det kyler ner sjöbotten och på så sätt påverkar negativt bottenfaunan.

Grundvattnenvärmepump är inte lika vanligt idag då det är svårare att veta grundvattennivån och dessutom kan den sänkas av naturliga skäl eller av åtgärder vidtagits i området. Grundvattnenvärmepump fungerar på det sättet ”varmt”



Figur 6.3 Sjövärmepump (Eviheat, 2012)

grundvatten pumpas upp till värmepumpens förångare, en mellanvärmväxlare med rensbart filter måste användas för att skydda värmväxlaren. Där kyls vattnet ner och pumpas åter tillbaka via en infiltrationsbrunn för att grundvattennivån inte ska sjunka. (Mårtensson. 2007)

#### 6.1.4 Uteluftvärmepump

Det gemensamma för alla typer av luftvärmepumpar är att de tar värme ur uteluften och överför till huset. Det finns i huvudsak två typer av uteluftvärmepumpar, luft-luftvärmepumpar och luft-vattenvärmepumpar. Luft-luftvärmepump, också kallade komfortvärmepump då under sommarmånaderna kan man ställa om den från värmeproduktion till kylproduktion, används endast till att värma upp luften i huset. Den fungerar på det sättet uteluften sugas in till värmepumpens förångardel som är monterad i uteenheten utomhus, där tar köldmedlet upp värmen när det förångas och blir till gas. Kompressorn som också sitter på uteenheten komprimerar gasen vilket gör att temperaturen ökar och genom ett slutet system transporteras värmen till kondensatordelen som finns inomhus och köldmedlet transporteras till uteenheten och kretsloppet börjar om. En fläkt på kondensatordelen suger in luften från bostaden och efter uppvärmningen blåser ut det igen.

Fördelarna med en luft-luftvärmepump är att värmekällan, uteluft, är oändligt och finns tillgänglig alltid, investeringskostnaderna är lägre än vid de andra alternativen. Nackdelarna med en luft-luftvärmepump är dess kapacitet sjunker väsentligt vid lägre temperaturer än  $-15\text{ °C}$  och om man tänker att värmebehovet är störst då det är som kallast inser man problemet. Nackdelen gör att alternativet passar bäst för hus i landets södra och mellersta delar. Dessutom passar en luft-luftvärmepump bäst i bostäder som har en öppen planlösning, annars så sänks effektiviteten om inte varmluften kan cirkulera. Andra nackdelar som bör nämnas är buller och behov av avfrostning som skapar smältvatten (upp till 20 l/dygn).

#### 6.1.5 Luft/ vatten- värmepump

Luft-vattenvärmepump fungerar på samma sätt men till skillnad till luft-luftvärmepumpen kan detta system kopplas till husets vattenburna system och användas till att värma upp tappvattnet också. Fördelarna med denna typ av system är att man slipper ex borrhning som vid bergvärmepumpsystemet eller gräva som vid ytjordvärmepumpsystemet. Nackdelarna är gemensamma med luft-luftvärmepumpen. En annan nackdel för uteluftsvärmepumpar, är att man måste komplettera dessa med ett ventilationssystem som återvinner värmen i

luften. Oftast används ett FTX- system i kombination med uteluftsvärmepumpar.

(Mårtensson. 2007)

### 6.1.6 Frånluftsvärmepump

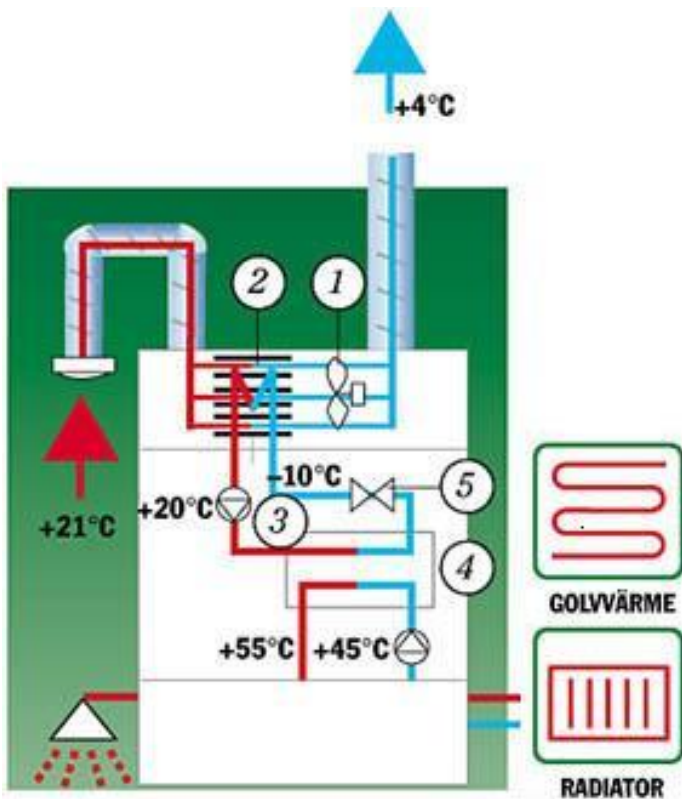
Dagens moderna villor som är välisolerade och täta skiljer sig markant från äldre hus som brukade ventileras med självdrag via ventiler och otätheter, dagens villa måste utrustas med ett mekaniskt ventilationssystem för att kunna tillföra frisk luft. När man ventilerar ett hus så tillförs uteluft samtidigt som frånluft lämnar huset, luft som har samma temperatur som innetemperaturen. Att det lämnar huset innebär att man förlorar den energi som använts till att värma upp det. En frånluftvärmepump arbetar ur tanken att man ska ta tillvara på den energi som annars går förlorad.

Förenklad fungerar frånluftspumpen på det sättet att den uppvärmda luften sugas in med en fläkt till frånluftsdon som finns i husets våtutrymmen och genom kanaler leder det till värmepumpen där värmen utvinns och används till att värma vattnet. Dock så använder man ej luften från den luftsdon som finns i köket som är för smutsig och fett. I stort sett fungerar systemet på samma sätt som andra system men värmekällan är den uppvärmda luft som finns i huset. Nackdelarna med systemet är att mängden frånluft inte är oändligt och måste kombineras med annat uppvärmningssystem. Huset måste också ha frånluftskanaler som kan bli en dyr historia om man måste bygga.

Fördelarna med denna typ av värmepumpar är att ventilationen ökar i huset, vilket kan minimera risken för mögel, fukt och radongas.

Ett annat system att ta tillvara värmen i frånluften är det som kallas för FTX-systemet. Det fungerar på det sättet att ett ventilationsaggregat med värmeväxlare värmer upp uteluften med frånluften innan det kommer in i huset. På detta sätt kan 50- 85 % av värmen i frånluften tas tillvara.

(Mårtensson. 2007)



1) En fläkt suger in den uppvärmda inomhusluften till värmepumpen

2) Den uppvärmda luften värmer köldmediet

3) Kompressorn höjer temperaturen på köldmediet ordentligt

4) Kondensorn avger värmen för tappvatten och uppvärmning

5) Expansionsventilen sänker trycket på köldmediet som återgår till vätskeform och tillbaka till kondensorn

Figur 6.4 Frånluftsvärmepump (Dalkalkyl, 2012)

I en luft/ vatten värmepump suges uteluft in i värmepumpen, där det höjer temperaturen på det slutna systemet i värmepumpen.

## 6.2 Pellets

Pellets är en ren naturprodukt och produceras av rester från träindustrin som sågspån, kutterspån, bark osv. Pellets storlek varierar i stavar på ca 6-12 mm i diameter och 1-2 cm på längden.

En stor fördel med pellets är den stora energi innehållet, vilket är mer än dubbelt per volymenhet jämfört med ved. Pellets innehåller 4,8 kWh värme per kilo och innehåller 5-7 procent fukt i jämförelse med 20-25 procent för ved.

Idag används pellets i medelstora kolpannor men största potentialen finns inom villauppvärmning. Det finns 1,2 miljoner småhus som tillsammans förbrukar 30 TWh olja eller el till sin uppvärmning eller tappvarmvattenberedning. För närvarande är det vanligaste sättet att värma med pellets genom pelletsbrännare eller pelletskamin.

### **6.3 Fjärrvärme**

Idag är Sverige en av världen fjärrvärmetätaste länderna, ca 200 tätorter har uppbyggda fjärrvärmenät (1998). I snitt levererar fjärrvärmeverken värme som motsvarar ca 46,5 TWh (2001).

Fjärrvärme kan beskrivas som en sluten krets där en stor värmepanna värmer vatten som genom distributionsledningar leds ut till ett stort antal hus. I varje enskild hus finns det en värmeväxlare som för över värmen till husets egna värmesystem. Efter denna värmeväxling leds vattnet åter till värmepannan till att värmas upp igen.

En fördel med detta system är storskaligheten och driftsäkerheten. Dessutom är möjligheten till en effektivare och miljövänligare förbränning som gör fjärrvärme intressant. Möjligheten att vid varje tidpunkt bestämma de mest konkurrenskraftigaste bränslen gör att fjärrvärme kan hållas relativt billigt. För den enskilde villaägaren innebär fjärrvärme lättskötthet och leveransstrygghet. Man slipper sotning och oljepåfyllning och anläggningen är teknisk enkelt. Varmvattenkapaciteten är i princip oändlig.

För att det ska bli ekonomisk lönsam krävs det att ett stort antal abonnenter inom en begränsad yta ansluts till fjärrvärmekretsen.

### **6.4 Flexibla system**

Flexibla system innebär att man har möjlighet att växla mellan olika energislag inom samma anläggning, sk kombipannor. Den vanligaste typen av kombination var olja och ved tillsammans med en elpatron.

Idag utgår man ifrån en ackumulatortank (ca 500-700 liter), som kan kompletteras med önskvärt system.

Volymen på ackumulatortanken bestäms av husets effektbehov och värmeanläggningens effektagivelse ex det är värt att satsa på en större tank om man tänker gå över till ett vattenburen värmesystem, ackumulatortanken kan kompletteras och fungera som en elpanna.

### **6.5 Solvärme**

Sättet att ta tillvara på solstrålningen varierar, det finns sk aktiva solvärmesystem som fungerar på det sättet att de omvandlar solstrålning till värme. Med hjälp av en cirkulationspump transporteras värmen till en tappvarmvattenberedare eller ackumulatortank.

Ett annat sätt att ta tillvara på solstrålningen är luftburen solvärmesystem, den inkommande uteluften förvärmas av en luftsolfångare innan det kommer in i huset. Man kan också låta den infallande solstrålningen förvaras i en tung

byggnadstomme ex en gjuten bottenplatta och använda det förvarade värmen nattetid.

Genom solceller kan solstrålningen omvandlas till elektricitet men detta system används i dem fall där behovet är begränsad exempelvis i fritidshus eller elförsörjning av mindre båtar, typ segelbåtar.

En solvärmeanläggning består av en solfångare, distributionssystem och värmelager ex ackumulatortank. Anläggningen fungerar på det sättet att solstrålningen fångas av solfångaren och omvandlar det till värme i absorbatoren. Värmen transporteras till värmelagret genom ett rör i ett slutet system där det distribueras vidare i uppvärmningssystemet av huset. Fördelen med systemet är att den kan användas i stort sett hela året .

## **7 Regler och föreskrifter**

### **7.1 BBR**

Boverket är den statliga myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende.

Boverkets arbete omfattar bl a att utge föreskrifter om den byggda miljön. Detta innebär att regler och allmänna råd angivet i boverkets byggregler (BBR), ska följas och tillämpas.

I den senaste utgåvan av BBR anges i kapitel 9 ”energihushållning”, skärpta krav av energi användningen för bostäder och lokaler med eller utan eldriven uppvärmning.

BBR:s föreskrifter på energihushållningen

Föreskrifterna från BBR angående energihushållningen gäller rent allmänt att begränsa energianvändningen. Detta uppnås genom åtgärder som ex låg värmeförlust, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning.

Föreskrifterna gäller för alla byggnader dock finns det undantag ex:

- Växthus eller motsvarighet byggnad som använd till detta syfte
- Byggnader som används endast korta perioder
- Byggnader där inget behov av uppvärmning eller komfortkyla finns under större delen av året, och



- Byggnader där inget utrymme avses värmas till mer än 10 °C och där energibehovet för komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi är lågt.

### 7.1.1 Bostäder

Byggnaden skall vara utformad på det sättet att det specifika energianvändningen, installerad eleffekt för uppvärmning och genomsnittligt värmegenomgångskoefficient ( $U_m$ ) för de omslutande byggnadsdelarna ( $A_{om}$ ) inte överstiger det värde som gäller för respektive klimatzon:



Figur 7.1 Sveriges klimatzoner (Rockwool, 2012)

Tabell 7.1: BBR's energikrav (boverket.se, 2012)

Tabell 9:2a Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme			
Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning (kWh per m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år)	150	130	110
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (W/m <sup>2</sup> K)	0,50	0,50	0,50

Tabell 9:2b Bostäder med elvärme			
Klimatzon	I	II	III
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> och år]	95	75	55
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5
+ tillägg då A <sub>temp</sub> är större än 130 m <sup>2</sup>	0,035 (A <sub>temp</sub> – 130)	0,030 (A <sub>temp</sub> – 130)	0,025 (A <sub>temp</sub> – 130)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m <sup>2</sup> K]	0,40	0,40	0,40

Det finns dock omständigheter som gör att eleffekten och elenergin kan tillåtas vara högre ex om byggnaden har kulturhistorisk värde kan kraven inte uppfyllas på grund av utbyggnadsbegränsningar. Eller om geologiska förutsättningar inte möjliggör installation av värmepump och andra alternativ är inte tillgängliga. I sådana fall får värdena i tabellen inte överstiga 20 %.

Man ska verifiera om kraven i tabellen uppfylls genom beräkningar av den specifika energianvändningen och genomsnittligt värmeomgångskoefficient i projekteringsstadiet och genom mätningar när byggnaden är färdigtbyggt. Beräkningen ska resultera i en kontrollplan som ska vara tillgängligt innan byggnaden tas i bruk. Mätningen ska ske i en sammanhängande period av 12 månader och starta inom 24 månader efter att byggnaden tagits i bruk.

#### Alternativ krav på byggnadens energianvändning

Om byggnadens golvarea inte överstiger 100 m<sup>2</sup> eller om fönster- och dörrarean uppgår högst till 0,20 A<sub>temp</sub> och ingen kylbehov finns kan man istället följande krav på byggnadens värmeisolering, klimatskärmens täthet och värmeåtervinning väljas.

Värmeomgångskoefficienten (U<sub>i</sub>) får inte överstiga, för omslutande byggnadsdelar (A<sub>om</sub>), de värden som anges i tabellen.

Tabell 7.2: Värmeomgångskoefficienten (Boverket, 2012)

U <sub>i</sub>	Byggnad med annat uppvärmningssätt än elvärme	Byggnad med elvärme där A <sub>temp</sub> är 51–100 m <sup>2</sup>
U <sub>tak</sub>	0,13	0,08
U <sub>vägg</sub>	0,18	0,10
U <sub>golv</sub>	0,15	0,10
U <sub>fönster</sub>	1,3	1,1
U <sub>ytterdörr</sub>	1,3	1,1

Om byggnaden är eluppvärmd och den uppvärmda golvytan är mellan 51-100 m<sup>2</sup> ska den installerade eleffekten inte överstiga 5,5 kW.

Byggnader som är uppvärmda av värmepumpar, klassas enligt BBR som eluppvärmda. Kraven för bostäder med elvärme måste uppfyllas (se tabell 7.1)

Från och med 1 januari 2009 ska även alla småhus ha en energideklaration. Nybyggnationer ska ha en energideklaration klar inom 2 år efter att slutbevis utfärdats.

Energideklaration innehåller information om:

- Byggnadens energiprestanda, anges i kWh/ m<sup>2</sup>, år och är den mängd energi som tillförs byggnaden under ett år, under normal bruk, delat med byggnadens golvarea ( $A_{temp}$ ).
- Om obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystemet (OVK) utförts.
- Om radonmätning är utförd.
- Om byggnadens energiprestanda kan förbättras och förslag på hur dess förbättringar ska utföras kostnadseffektivt.
- Referensvärden, innebär att man anger de värden som gäller för specifik energianvändning för nybyggnation enligt boverkets byggregler och ett typisk värde för byggnadskategorin. Det senare är beroende av hustyp, ålder, var i landet byggnaden är beläggen samt värmekälla. Detta för att göra det möjligt för konsumenten att bedöma och jämföra energiprestandan med andra byggnader.

(Boverket, 2012)

## 8 Resultat

Alla resultat är enbart baserade på fallstudien.

### 8.1 Lämplighet

Olika värmepumpar lämpar sig för olika byggnader.

För fallstudien kan man filtrera bort några alternativ utifrån BBR's krav, effektivitet och kostnader.

Vi kan här direkt konstatera att uteluftsvärmepumpen utesluts pga. av att den ej uppfyller kraven från BBR.

### 8.2 Effektbehov

Punktformiga köldbryggor har försumrats och enbart linjära köldbryggor har medtagits vid beräkningarna. Vidare har DIT fastställts till 21°C och DVUT till -10,6°C.

DVUT har fastställts till -10,6°C utifrån tabell (Dahlblom, Warfvinge) genom att beräkna tidskonstanten för fallstudien, som hamnade på 2,68 dygn (se bilaga)

Husets totala effektbehov uppgick till 5392 W. (se bilaga). Detta innebär att huset måste förses med en värmepump som har en effekt på 5-6 kW.

Utifrån husets storlek, material kännedom och geografisk orientering beräknades  $U_m$  till 0,27 W/m<sup>2</sup>, C° vilket uppfyller BBR's krav på högst 0,5 W/m<sup>2</sup>.

### 8.3 Energibehov

Energibehovet beräknades med Isover energi 3 och uppgick till 37 kWh/ m<sup>2</sup>. Med en boarea på 170 m<sup>2</sup> innebär detta 6290 kWh/ år.

### 8.4 Val av värmepump

Förutom energikällan kan själva värmepumpen variera mellan olika fabrikat. För att enklare kunna redovisa ett entydigt resultat har vi valt att jämföra värmepumpar från Nibe.

Berg och ytjords- värmepumparna utgörs av Nibe F1245 som maskinvara, medan frånluftsvärmepumpen är utav Nibe F750, samt luft/vatten värmepumpen av Nibe SPLIT.

▶ NIBE™ F750	▶ NIBE™ F1245
 <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Utvecklad för att möta de nya hårdare byggreglerna (BBR 16) men passar även för utbytesmarknaden.</li><li>▪ Komplet och högeffektiv värmepump som ger värme, varmvatten, ventilation och återvinning.</li><li>▪ För hus med bostadsyta på upp till omkring 200 m<sup>2</sup> med vattenburen radiatorkrets eller golvvärme.</li><li>▪ Inverterstyrd kompressor ger mycket ekonomisk drift samt två till tre gånger så hög värmeeffekt jämfört med tidigare frånluftsmoeller.</li><li>▪ Besparing: 8.900-16.200 kWh</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>▪ En värmepump med inbyggd varmvattenberedare.</li><li>▪ Värmefaktor (COP) på upp till 5,03 (vid 0/35 °C).</li><li>▪ Revolutionerande display med nya, användarvänliga menyer.</li><li>▪ Finns i effektstorlekarna 5-12 kW</li></ul>
▶ NIBE™ SPLIT	
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Optimal årsvärmefaktor tack vare inverterstyrd kompressor. Kompressorers varvtal anpassas efter rådande behov.</li><li>▪ Inbyggd aktiv kylfunktion.</li><li>▪ Utedel med kompakta mått.</li><li>▪ Möjlighet att ansluta yttre värmekällor.</li><li>▪ Integrerad slingvarmvattenberedare i ACVM 270.</li><li>▪ Låg frysrisk då inget vatten cirkulerar mellan utemodul och innemodul.</li></ul>

Figur 8.1: Värmepumpar från Nibe. (Nibe, 2012)

## 8.5 Kostnad

När en byggnad projekteras är det viktigt att tänka långsiktigt genom att beakta byggnadens hela livscykel för att få ett ekonomiskt helhetsperspektiv. Med en LCC beräkning kan samtliga kostnader inräknas.

Följande antas vid LCC beräkningen:

Uppvärmd area: 170 m<sup>2</sup>

Fjärrvärme kostnad: 0,9 kr/kWh

Reell kalkylränta, R: 5 %

Kalkylperiod, n: 20 år

Energiprisökning: 2 %

### LCC

Värmepump:	Berg	Frånluft	Ytjord	Luft/vatten
Investering (kr):	200 000	100 000	110 000	120 000
Årlig underhållskostnad (kr/år):	0	0	0	1000
Årligt energibehov (kWh/år):	3,7	2,1	3,7	3,5
Dagens energipris (kr/kWh):	1,08	1,08	1,08	1,08
Restvärde (kr):	20 000	0	10 000	0
Kalkyl period (år):	20	20	20	20
Real kalkylränta (%):	4	4	4	4
Real årlig energiprisökning (%):	2	2	2	2
Nuvärde av underhållskostnad:	0	0	0	13 590
Nuvärde av restvärde:	9 128	0	4564	0
Nuvärde av energikostnad:	65 588	37 226	65 588	62 043
Energibesparing				
<b>TOTALT</b>	<b>256 460</b>	<b>137 226</b>	<b>171 024</b>	<b>195 633</b>

Ur kalkylen kan man konstatera att frånluftsvärmepumpen är den mest kostnadseffektiva lösningen. Detta är främst pga. av den relativt låga installationskostnaden i förhållande till en hög effektivitet.

Frånluftsvärmepumpen kombinerar återvinning av frånluft med uppvärmning av bostaden, till en lägre installation och underhållnings- kostnad.

## 8.6 Diskussion och slutsats

### 8.6.1 Kompressorns livslängd

Kompressorn är värmepumpens hjärta, den är dessutom den dyraste komponenten i en värmepump. Dess livslängd påverkar hela maskinen och är kanske anledningen till att fabrikanter utlovar livslängder på uppemot 40år. Det finns säkerligen maskiner som kan klara 40år utan någon form av utbyte eller reparation. Detta är dock starkt varierande beroende på användning. Exempelvis slits en kompressor mer ju oftare den måste starta och sluta. En rimlig uppskattning på livslängd är därför svår uppskatta speciellt när det inte finns mycket information från fabrikanterna. Detta gäller även hur effektiv apparaterna är över tiden.

### 8.6.2 DVUT och Tidskonstant

Olika VVS konsulter och projektörer dimensionerar värmesystem olika. En av skillnaderna är vilket DVUT som systemet ska dimensioneras för. I praktiken väljs ett värde utifrån ort och tidigare erfarenhet. Detta värde kan variera mellan  $-10^{\circ}\text{C}$  och  $-20^{\circ}\text{C}$ , vilket medför en väldigt stor variation på effektbehovet och i sin tur dimensionen för hela systemet. Detta kan vara mycket kostsamt i material och drift.

Med tanke på detta beräknade vi tidskonstanten för hand som användes för att välja en lämpligt DVUT. Eftersom det inte är praxis att beräkna tidskonstanten ansåg vi att det kunde vara intressant att utföra. Beräkningen omfattade dock en hel del arbete med en tydlig brist i kännedom om materialens olika värden. Dessa värden var svåråtkomliga för all material och har delvis uppskattas utifrån andra liknande produkter. Detta har medfört en mindre exakt beräkning.

Vidare kan man diskutera till vilken noggrannhet som olika beräkningar bör ha och vilka konsekvenser de medför.

### 8.6.3 Installerad el effekt för uppvärmning

Vid beräkning av energibehovet använde vi oss av Isover energi 3 vilket bl.a. beräknar byggnaders energibehov utifrån angivna parametrar. Dessa parametrar är dock schablons artade och kan ge stor variation i resultatet. I vår beräkning anger programmet att byggnaden ej är el uppvärmd även då BBR klassar hus med värmepump, som el uppvärmda. Efter en hel del kontakt med Hanne Dybro (utvecklingsingenjör på Saint-Gobain Isover AB) uppgick det att något har utslutits vid beräkningen. Bristen låg enligt Dybro i att parametern för ”installerad el effekt för uppvärmning”, inte var korrekt. Det värde som angavs var hämtat från Nibes telefon support.

Nu uppstår frågan om vad som är korrekt.

Vidare måste vi nämna att energibehovet är enbart en uppskattning av byggnaders behov av tillförd (köpt) energi. Det är antagligen mer av intresse för villaägaren att få en uppskattning av hur mycket den köpta energin kommer att kosta, eftersom det är de som i slutändan ska betala.

#### 8.6.4 Brister med uppskattningar av värden, kostnader, energi etc.

Som vi tidigare nämnde, innebär uppskattningar av olika värden vid olika beräkningar, att resultatet varierar. Detta är fallet vid kostnads beräkningar (LCC).

LCC beräkningen utfördes utifrån vissa värden (se bilaga). Bl.a. är värdet av ”real kalkyl ränta” av betydelse för att uppskatta framtida värden i real tid. Att fastställa real kalkyl ränta är i sig en vetenskap som kan ge upphov till ett egen examens arbete i sig.

Återigen är beräkningen oexakt och baserad på uppskattningar.

#### 8.6.5 Brister med tillgängliga personer/källor

Olika personer har olika erfarenhet och uppskattar och hanterar problem olika. Den mänskliga faktorn är påtaglig eftersom olika installatörer och aktörer uppskattar kostnader olika och värden olika. Detta är dock förståeligt eftersom varje hus i sig är unikt och även dess problematik.

Exakta kostnader på exempelvis borrning av energibrunnar och, installation måste utföras genom undersökningar vilket kostar en hel del tid och pengar.

## 9 Källförteckning

Götenehus (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.gotenehus.se/hus/lindo>> (2012-04-07)

Gränsfors Golvvärme (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.gransfors.nu/getpage.asp?do={0AC0EE7D-3917-417C-AE4F-6EDE8F2F35DE}>> (2012-04-26)

Purmo (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.vvs-klimat.se/dokument/PURMO%20TEKNISK%20DATA.JPG>> (2012-05-07)

Värmia (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.varmia.se/ytjordvarme.php>> (2012-05-07)

Energiportalen (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
< <http://www.energiportalen.se/artiklar/bergvaerme-1037.asp>> (2012-05-07)

Evi Heat (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<[http://www.eviheat.se/pages.aspx?r\\_id=44277](http://www.eviheat.se/pages.aspx?r_id=44277)> (2012-05-07)

Dalkalkyl (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.dalakyl.se/swe/varmepumpar/franluftsvarmepumpar/sa-fungerar-franluft>> (2012-05-07)

Rockwool (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.rockwool.se/r%C3%A5d+och+anvisningar/minilexikon/k>>  
(2012-05-07)

Belok (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<[http://www.belok.se/lcc/LCC\\_Generell\\_kalkyl.pdf](http://www.belok.se/lcc/LCC_Generell_kalkyl.pdf)> (2012-04-26)

Nibe (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.nibe.se/Produkter/Franluftsvarmepumpar/Produktsortiment/>>

Boverket (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<[http://www.boverket.se/Global/Bygga\\_o\\_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR\\_19/Avsnitt/9-Energihushallning.pdf](http://www.boverket.se/Global/Bygga_o_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR_19/Avsnitt/9-Energihushallning.pdf)> (2012-05-02)



Purmo (2012). (Elektronisk) Tillgänglig:  
<<http://www.purmo.com/se/produkter/panelradiatorer/purmo-compact.htm#nerladdningar>>

Warfvinge, C. & Dahlblom, M. (2010). Projektering av installationer i byggnader. Lund: Studentlitteratur AB.

Anders Axelsson, Lars Andrén (2002). Värmeboken 20° till lägsta kostnad. Wahlström & Widstrand

Mårtensson Hans. ( 2007). Värmepump i villan: Ica bokförlag

Konsumentverket. (1998) (8:e upplagan). Värme i småhus.

Konsumentverket. (1994). Värmepumpar- Värmeväxlare solfångare elradiatorer med styrutrustning.

## 10 Bilagor

### Effektbehov

$$Q = \rho \cdot c_p \cdot q$$
$$P_t = (\sum U \cdot A + \sum \Psi \cdot L) \cdot \Delta T$$

### Vardagsrum

#### Transmissionsförluster

Golv: Area = 23m<sup>2</sup> U = 0,11 W/m<sup>2</sup>, C U\*A = 2,53 W/C

Fönster: Area = 9,1m<sup>2</sup> U = 0,9 W/m<sup>2</sup>, C U\*A = 8,19 W/C

Yttervägg: Area = 15,15m<sup>2</sup> U = 0,16 U\*A = 2,42 W/C

#### Köldbryggor(linjära)

Btg platta: Längd = 9,7m  $\Psi = 0,15$   $\Psi \cdot L = 1,46$  W/C

Mellanbjälklag Längd = 9,7m  $\Psi = 0,03$   $\Psi \cdot L = 0,29$  W/C

$$P_t = (2,53 + 8,19 + 2,42 + 1,46 + 0,29) \cdot (21 - (-10,6)) = 470,524 \text{ W}$$

#### Ventilationsförluster

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 23\text{m}^2 \quad q = 0,00805 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00805 = 9,66$$

$$P_v = 9,66 \cdot (21 - (-10,6)) = 305,256 \text{ W}$$

#### Okontrollerade ventilationsförluster

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 23 \cdot 2,5 = 57,5\text{m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00319 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00319 = 3,833$$

$$P_{ov} = 3,833 \cdot (21 - (-10,6)) = 121,133 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 470,524 + 305,256 + 121,133 = 896,913 \text{ W}$$

## Kök

### Transmissionsförluster

$$\text{Golv: Area} = 16,9\text{m}^2 \quad U = 0,11 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 1,859 \text{ W/C}$$

$$\text{Fönster: Area} = 6,8\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 6,12 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 16,45\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 2,632 \text{ W/C}$$

### Köldbryggor(linjära)

$$\text{Btg platta: Längd} = 9,3\text{m} \quad \Psi = 0,15 \quad \Psi \cdot L = 1,395 \text{ W/C}$$

$$\text{Mellanbjälklag Längd} = 9,3\text{m} \quad \Psi = 0,03 \quad \Psi \cdot L = 0,279 \text{ W/C}$$

$$P_t = (1,859 + 6,12 + 2,632 + 1,395 + 0,279) \cdot (21 - (-10,6)) = 388,206 \text{ W}$$

### Ventilationsförluster

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 16,9\text{m}^2 \quad q = 0,005915 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,005915 = 7,098$$

$$P_v = 7,098 \cdot (21 - (-10,6)) = 224,297 \text{ W}$$

### Okontrollerade ventilationsförluster

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 16,9 \cdot 2,5 = 42,25\text{m}^3$$

$$q_{ov} = 0,00235 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00235 = 2,817$$

$$P_{ov} = 2,817 \cdot (21 - (-10,6)) = 89,01 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 388,206 + 224,297 + 89,01 = 701,513W$$

## Hall

### *Transmissions förluster*

$$\text{Golv:} \quad \text{Area} = 6,4\text{m}^2 \quad U = 0,11 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 0,704 \text{ W/C}$$

$$P_t = (0,704) \cdot (21 - (-10,6)) = 22,246 \text{ W}$$

### *Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 6,4\text{m}^2 \quad q = 0,00224 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00224 = 2,688$$

$$P_v = 2,688 \cdot (21 - (-10,6)) = 84,94 \text{ W}$$

### *Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 6,4 \cdot 2,5 = 16\text{m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00089 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00089 = 1,067$$

$$P_{ov} = 1,067 \cdot (21 - (-10,6)) = 33,71 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 22,246 + 84,94 + 33,71 = 140,896W$$

## WC/D + Entré

### *Transmissions förluster*

$$\begin{array}{llll} \text{Golv:} & \text{Area} = 12,4\text{m}^2 & U = 0,11 \text{ W/m}^2, \text{ C} & U \cdot A = 1,364 \text{ W/C} \\ \text{Fönster:} & \text{Area} = 2,9\text{m}^2 & U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} & U \cdot A = 2,61 \text{ W/C} \end{array}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 5,75\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 0,92 \text{ W/C}$$

$$\text{Dörr: Area} = 2,1\text{m}^2 \quad U = 1 \quad U \cdot A = 2,1 \text{ W/C}$$

### *Köldbryggor(linjära)*

$$\text{Btg platta: Längd} = 4,3\text{m} \quad \Psi = 0,15 \quad \Psi \cdot L = 0,645 \text{ W/C}$$

$$\text{Mellanbjälklag Längd} = 4,3\text{m} \quad \Psi = 0,03 \quad \Psi \cdot L = 0,129 \text{ W/C}$$

$$P_t = (1,364 + 2,6 + 0,92 + 2,1 + 0,645 + 0,129) \cdot (21 - (-10,6)) = 245,469 \text{ W}$$

### *Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 12,4\text{m}^2 \quad q = 0,00434 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00434 = 5,208$$

$$P_v = 5,208 \cdot (21 - (-10,6)) = 164,573 \text{ W}$$

### *Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 12,4 \cdot 2,5 = 42,25\text{m}^3$$

$$q_{ov} = 0,00172 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00172 = 2,067$$

$$P_{ov} = 2,067 \cdot (21 - (-10,6)) = 65,31 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 245,469 + 164,573 + 65,31 = 475,352 \text{ W}$$

## **Lek/ Musik**

### *Transmissionsförluster*

$$\text{Golv: Area} = 15,5\text{m}^2 \quad U = 0,11 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 1,705 \text{ W/C}$$

$$\text{Fönster: Area} = 6,1\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 5,49 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 13,65\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 2,1854 \text{ W/C}$$

### *Köldbryggor (linjära)*

$$\text{Btg platta: Längd} = 7,9\text{m} \quad \Psi = 0,15 \quad \Psi \cdot L = 1,185 \text{ W/C}$$

$$\text{Mellanbjälklag Längd} = 7,9\text{m} \quad \Psi = 0,03 \quad \Psi \cdot L = 0,237 \text{ W/C}$$

$$P_t = (1,705 + 5,49 + 2,184 + 1,185 + 0,237) \cdot (21 - (-10,6)) = 341,312 \text{ W}$$

### *Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35 \* 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 15,5\text{m}^2 \quad q = 0,005425 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,005425 = 6,51$$

$$P_v = 6,51 \cdot (21 - (-10,6)) = 205,716 \text{ W}$$

### *Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 15,5 \cdot 2,5 = 38,75\text{m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00215 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00215 = 2,583$$

$$P_{ov} = 2,583 \cdot (21 - (-10,6)) = 81,63 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 341,312 + 205,716 + 81,63 = 628,658 \text{ W}$$

## **Tvätt/ Groventré**

### *Transmissionsförluster*

$$\text{Golv: Area} = 8,8\text{m}^2 \quad U = 0,11 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 0,968 \text{ W/C}$$

$$\text{Fönster: Area} = 1,6\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 1,44 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 11,55\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 1,848 \text{ W/C}$$

$$\text{Dörr: Area} = 2,1\text{m}^2 \quad U = 1 \quad U \cdot A = 2,1 \text{ W/C}$$

### *Köldbryggor(linjära)*

$$\text{Btg platta: Längd} = 6,1\text{m} \quad \Psi = 0,15 \quad \Psi \cdot L = 0,915 \text{ W/C}$$

$$\text{Mellanbjälklag Längd} = 6,1\text{m} \quad \Psi = 0,03 \quad \Psi \cdot L = 0,183 \text{ W/C}$$

$$P_t = (0,968 + 1,44 + 1,848 + 2,1 + 0,915 + 0,183) \cdot (21 - (-10,6)) = 236,684\text{W}$$

### *Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 8,8\text{m}^2 \quad q = 0,00308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00308 = 3,696$$

$$P_v = 3,696 \cdot (21 - (-10,6)) = 116,764 \text{ W}$$

### *Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 8,8 \cdot 2,5 = 22\text{m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00122 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00122 = 1,467$$

$$P_{ov} = 1,467 \cdot (21 - (-10,6)) = 46,347 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 236,684 + 116,764 + 46,347 = 399,795\text{W}$$

## **Allrum**

### *Transmissionsförluster*

$$\text{Fönster: Area} = 5\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 4,5 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 7,5\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 1,2 \text{ W/C}$$

$$\text{Tak: Area} = 16,8\text{m}^2 \quad U = 0,158 \quad U \cdot A = 2,654 \text{ W/C}$$

$$P_t = (4,5 + 1,2 + 2,654) \cdot (21 - (-10,6)) = 263,986 \text{ W}$$

### *Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 16,8\text{m}^2 \quad q = 0,00588 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00588 = 7,056$$

$$P_v = 7,056 \cdot (21 - (-10,6)) = 222,97 \text{ W}$$

### *Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 16,8 \cdot 2,5 = 42\text{m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00233 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00233 = 2,8$$

$$P_{ov} = 2,8 \cdot (21 - (-10,6)) = 88,48 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 263,986 + 222,97 + 88,48 = 575,436 \text{ W}$$

## **Badrum**

### *Transmissionsförluster*

$$\text{Fönster: Area} = 0,8\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 0,72 \text{ W/C}$$

$$\text{Tak: Area} = 14,8\text{m}^2 \quad U = 0,158 \quad U \cdot A = 2,225 \text{ W/C}$$

$$P_t = (0,72 + 2,225) \cdot (21 - (-10,6)) = 93,062 \text{ W}$$

### *Ventilationsförluster*



Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 6,1\text{m}^2 \quad q = 0,002135 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,002135 = 2,562$$

$$P_v = 2,562 \cdot (21 - (-10,6)) = 80,96 \text{ W}$$

*Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 6,1 \cdot 2,5 = 15,25\text{m}^3$$

$$q_{ov} = 0,0008472 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,0008472 = 0,96$$

$$P_{ov} = 0,96 \cdot (21 - (-10,6)) = 30,336 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 93,062 + 80,96 + 30,336 = 204,358\text{W}$$

## **Sovrum 1**

*Transmissions förluster*

$$\text{Fönster:} \quad \text{Area} = 2,7\text{m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 2,43 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg:} \quad \text{Area} = 9,9\text{m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 1,584 \text{ W/C}$$

$$\text{Tak:} \quad \text{Area} = 41,76\text{m}^2 \quad U = 0,158 \quad U \cdot A = 6,598 \text{ W/C}$$

$$P_t = (2,43 + 1,584 + 6,598) \cdot (21 - (-10,6)) = 335,34 \text{ W}$$

*Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35\*10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 18,2\text{m}^2 \quad q = 0,00637 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00637 = 7,644$$

$$P_v = 7,056 \cdot (21 - (-10,6)) = 241,55 \text{ W}$$

*Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 18,2 \cdot 2,5 = 45,5 \text{ m}^2$$

$$q_{ov} = 0,002527 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,002527 = 3,033$$

$$P_{ov} = 3,033 \cdot (21 - (-10,6)) = 95,85 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 335,34 + 241,55 + 95,85 = 672,74 \text{ W}$$

$$672,74 / 18,2 = 37 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Sovrum 1 } P_{dim} = 37 \cdot 13 = 481 \text{ W}$$

$$\text{KLK: } 37 \cdot 5,3 = 196 \text{ W}$$

## **Sovrum 2**

*Transmissions förluster*

$$\text{Fönster: Area} = 1,8 \text{ m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 1,62 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 4,87 \text{ m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 0,78 \text{ W/C}$$

$$\text{Tak: Area} = 22,6 \text{ m}^2 \quad U = 0,158 \quad U \cdot A = 3,57 \text{ W/C}$$

$$P_t = (1,62 + 0,78 + 3,57) \cdot (21 - (-10,6)) = 188,652 \text{ W}$$

*Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35 \* 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 9,8 \text{ m}^2 \quad q = 0,00343 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00343 = 4,116$$

$$P_v = 4,116 \cdot (21 - (-10,6)) = 130,1 \text{ W}$$

*Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 9,8 \cdot 2,5 = 24,5 \text{ m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00136 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00136 = 1,633$$

$$P_{ov} = 1,633 \cdot (21 - (-10,6)) = 51,613 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 188,652 + 130,1 + 51,613 = 370,365 \text{ W}$$

### **Sovrum 3**

*Transmissionsförluster*

$$\text{Fönster: Area} = 1,8 \text{ m}^2 \quad U = 0,9 \text{ W/m}^2, \text{ C} \quad U \cdot A = 1,62 \text{ W/C}$$

$$\text{Yttervägg: Area} = 4,13 \text{ m}^2 \quad U = 0,16 \quad U \cdot A = 0,66 \text{ W/C}$$

$$\text{Tak: Area} = 19,15 \text{ m}^2 \quad U = 0,158 \quad U \cdot A = 3,026 \text{ W/C}$$

$$P_t = (1,62 + 0,66 + 3,026) \cdot (21 - (-10,6)) = 167,67 \text{ W}$$

*Ventilationsförluster*

Krav från BBR är att minst 0,35 l/s, m<sup>2</sup> golvarea ska tillföras dvs 0,35 \* 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

$$\text{Area} = 8,3 \text{ m}^2 \quad q = 0,0029 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,0029 = 3,486$$

$$P_v = 3,486 \cdot (21 - (-10,6)) = 110,158 \text{ W}$$

*Okontrollerade ventilationsförluster*

$$q_{ov} = 0,2 \text{ oms/h} \quad q_{ov} = (0,2 \cdot V) / 3600 \quad V = 8,3 \cdot 2,5 = 20,75 \text{ m}^2$$

$$q_{ov} = 0,00115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ov} = 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,00115 = 1,383$$

$$P_{ov} = 1,383 \cdot (21 - (-10,6)) = 43,608 \text{ W}$$

$$P_{dim} = 167,67 + 110,158 + 43,608 = 321,436 \text{ W}$$

**$P_{tot} =$**

$$896,913 + 701,513 + 140,896 + 475,352 + 628,658 + 399,795 + 575,436 + 204,358 + 481 + 196 + 370,365 + 321,436 = 5391,722 \text{ W}$$

## Tidskonstant

Beräkningarna är utförda på all material innanför isoleringsskiktet i klimatskalet

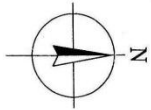
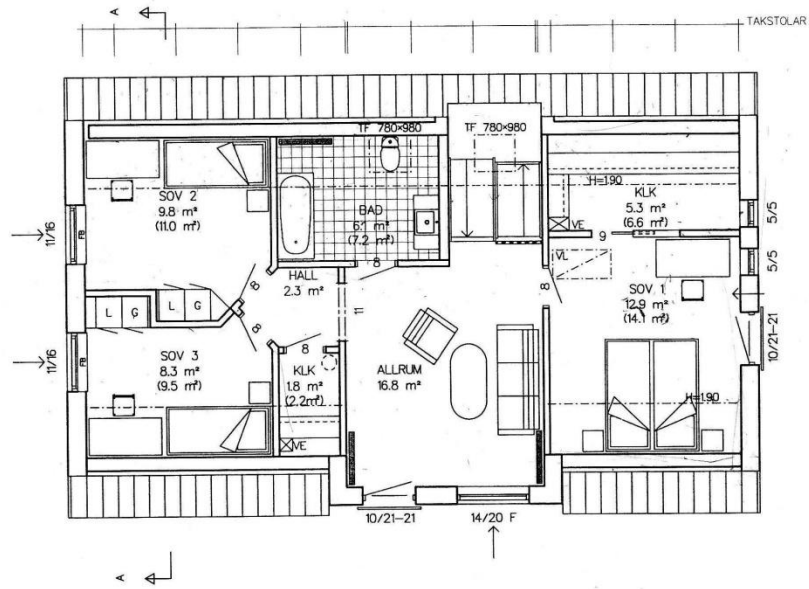
Beräkningar utförs med materialförutsättningarna

Material	Värmekapacitet (J/kg, °C)	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )
Trä	2300	610
Gips	800	900
Betong	1000	2300
Parkett	2300	720

Konstruktionsdel	Material	Area (m <sup>2</sup> )	Tjocklek (m)	Volym (m <sup>3</sup> )	Massa (kg)	c • m (J/°C)
Yttervägg, norr	Spånskiva	22,7	0,012	0,272	166,16	382168
	Gipsskiva	22,7	0,013	0,295	265,59	212472
Yttervägg, syd	Spånskiva	18,2	0,012	0,2184	133,224	306415
	Gipsskiva	18,2	0,013	0,2366	212,94	170352
Yttervägg, öst	Spånskiva	54,31	0,012	0,6517	397,549	914363
	Gipsskiva	54,31	0,013	0,706	635,427	508341
Yttervägg, väst	Spånskiva	63,55	0,012	0,7626	465,186	1069928
	Gipsskiva	63,55	0,013	0,82615	743,535	594828
Grund	Betong	90	0,1	9	20700	20700000
	Parkett	68,8	0,015	1,032	743,04	1708992
Mellanbjälklag, 5st	Massivträ			0,31789	193,912	445998
	Golvbeläggning, trä	72,2	0,022	1,5884	968,924	2228525

<b>Mellanbjälklag</b>	Limträ			0,1572	95,892	220552
	Limträ			0,08257	50,367	115846
	Limträ			0,262	159,76	367586
<b>Pelare, 2st</b>	Limträ			0,06413	39,116	899976
<b>Innervägg, typ A</b>	Gipsskiva	55,6375	0,026	1,4466	1301,918	1041534
	Spånskiva	55,6375	0,024	1,3353	814,533	1873426
	Reglar cc600 37st	0,045 x 0,07	2,5	0,2914	177,739	408799
<b>Innervägg, typ B</b>	Gipsskiva	16,525	0,026	0,4297	386,685	309348
	Spånskiva	16,525	0,024	0,3966	241,926	556430
	Reglar cc600 11st	0,045 x 0,095	2,5	0,1176	71,713	164940
<b>Innervägg, typ C</b>	Gipsskiva	12,375	0,013	0,1609	144,7875	115830
	Spånskiva	12,375	0,012	0,1485	90,585	208346
	Reglar cc400 12st	0,045 x 0,095	2,5	0,12825	78,2325	179935
<b>Innertak</b>	Glespanel cc300 42st	0,028 x 0,07	7,2	0,592704	361,5494	831564
	Gipsskiva	90	0,013	1,17	1053	842400
						<b>37378894</b>

# Planlösning




## ÖVERPLAN

BRA I = 72.2 m² ( 79.0 m² )


VM = VATTENMÄTARE  
 FM = FASADMÄTARSKAP  
 ELC = ELCENTRAL  
 F = FAST FÖNSTER

=====: SYNLIIG BALK

 FÖNSTER MED KINNEKULLEKALKSTEN

 FÖNSTER MED SMYGLIST, EJ KALKSTEN  
 OM EJ ANNAT ANGES

 BÄRANDE INNERVAGG

 KLINKER

 ↑ TILLUFTSVENTIL I FÖNSTERKARM ELLER VAGG

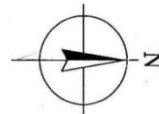
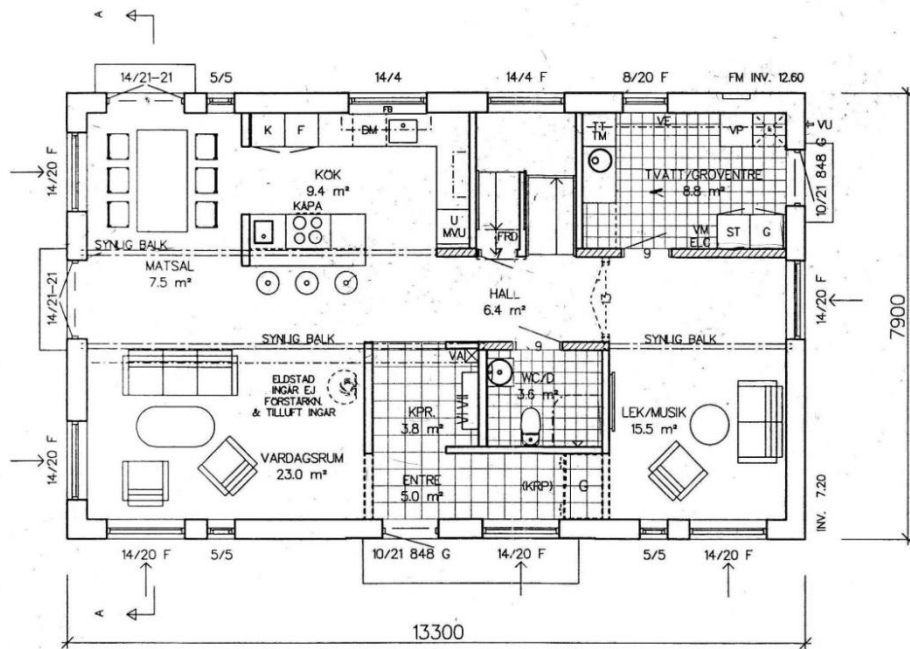
↑ UTVÄNDIGA TRAPPOR INGÅR EJ

 RADIATOR PÅ VAGG, EJ UNDER FÖNSTER

A ENLIGT TOLO

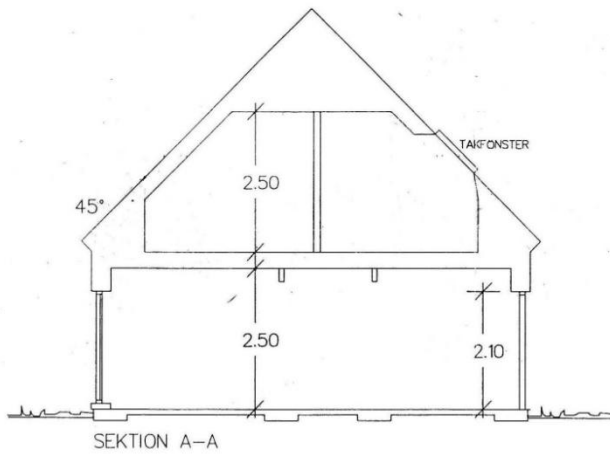
REG.	ANT.	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN.	DATUM

 <p><b>Götenehus</b>          BOX 17, 533 21 GÖTENE, TEL. 0511-34 56 00</p>		BYGGHANDLING	
		PLANER, SEKTION KOD TYP POS LINDO TRÅ/PUS	
RIT. KONSTR. AV GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER	SKALA 1:100	REG A
		RITNINGNUMMER	



**ENTREPLAN**

BYA = 105.1 m<sup>2</sup>  
 BRA I = 90.6 m<sup>2</sup>  
 BRA I tot = 162.8 m<sup>2</sup>





## Resultat från energiberäkning

2012-03-20 16:52

Objekt: Lindö  
Utförd av: Studielicens, Lunds Universitet  
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

### Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige  
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län  
Atemp bostad: 170,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 37 kWh/m<sup>2</sup>.år  
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m<sup>2</sup>.år

BBR rekommenderar att använda säkerhetsmarginaler så att kraven på specifik energianvändning verkligen uppfylls när byggnaden tagits i bruk.

Summa installerad eleffekt för uppvärmning: 0,0 kW

BBR klassar byggnaden som ej eluppvärmd.

### Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 66% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal borde vara tillräcklig.

## Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

### Förluster

Trans	Transmissionsförluster
Vent	Ventilation och luftläckage
Vatten	Vattenförluster - antas vara lika med energi till varmvattenuppvärmning

### Tillskott

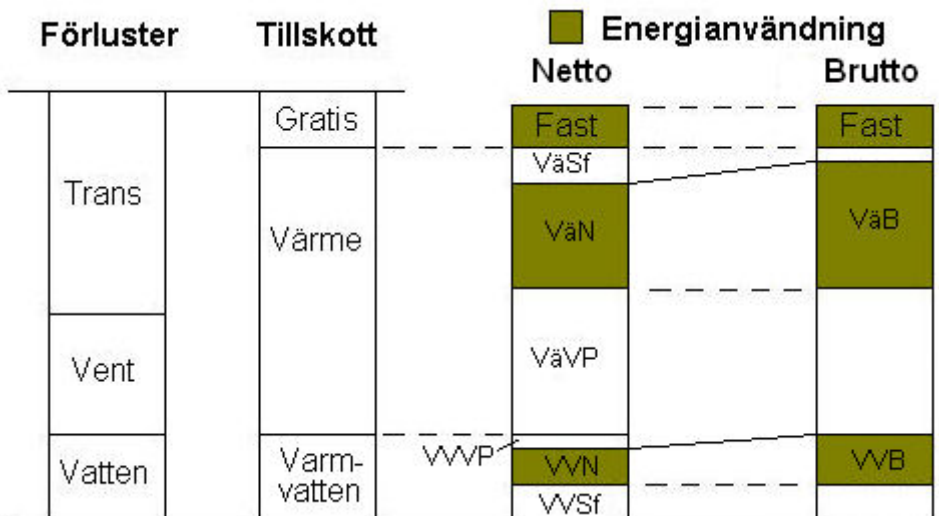
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

### Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VäSf	Energi från solfångare till värme
VVSf	Energi från solfångare till varmvatten VäVP
	Värmebesparing
	med värmepump VVVP
	Varmvattenbesparing med värmepump
nVä	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVV	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VäN	Värme Netto = Värme - VäSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VäB	Värme Brutto = Värme
Brutto	$Brutto = \frac{VäN}{nVä}$
VVB	Varmvatten Brutto = $\frac{VVN}{nVV}$

## Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m<sup>2</sup> uppvärmd golvyta. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



## BOSTAD

### Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäB + VVB	Kyla
Jan	1481	1501	0	962	2020	0	127	943	0
Feb	1374	1393	0	1064	1703	0	115	795	0
Mar	1333	1351	0	1386	1298	0	127	606	0
Apr	1068	1083	0	1558	593	0	123	277	0
Maj	734	744	0	1192	286	0	127	133	0
Jun	497	504	0	870	131	0	123	61	0
Jul	367	372	0	658	81	0	127	38	0
Aug	403	408	0	713	98	0	127	46	0
Sep	600	608	0	976	232	0	123	108	0
Okt	922	935	0	1145	712	0	127	332	0
Nov	1147	1163	0	1115	1195	0	123	558	0
Dec	1407	1426	0	930	1903	0	127	888	0
<b>Totalt</b>	<b>11333</b>	<b>11488</b>	<b>0</b>	<b>12569</b>	<b>10252</b>	<b>0</b>	<b>1500</b>	<b>4784</b>	<b>0</b>

<b>Indata</b>	<b>Bostad</b>	<b>Lokal</b>
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	22	0
Infiltration inkl. fönstervädning, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m <sup>2</sup>	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	0	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	5000	0
Fastighetsenergi, kWh/år	1500	0
Antal personer, genomsnitt, st	4	0
Arsvärmefaktor	3	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	80	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	80	0
Installerad el-effekt för drift av värmepump, kW	0	0
Verkningsgrad Värme, %	100	0
Verkningsgrad Varmvatten, %	100	0
Installerad el-effekt för uppvärmning, kW	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	0	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyla, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyla, övrigt, kWh	0	0

<b>Klimatdata</b>	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Utetemperatur (°C)	0,0	-0,6	2,2	5,6	11,1	14,4	16,7	16,1	12,8	8,3	4,4	1,1
Globalstrålning (kWh/m <sup>2</sup> )	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

## Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m<sup>2</sup>: 170,0

Volym, m<sup>3</sup>: 425,00

Yta	Area, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> ,°C	Orientering, °
Bottenplatta	90,6	0,11	
Norrvägg	37,6	0,15	0
Fönster_	2,9	0,90	
Fönster_2	2,3	0,90	
Fönster_3	0,6	0,90	
Dörr_Norr	2,1	1,00	
Sydvägg	33,1	0,15	180
Altandörr_Syd	3,0	1,20	
Fönster_Syd_1	5,8	0,90	
Fönster_3_Syd	3,6	0,90	
Tak-Väst	43,9	0,16	
Takfönster_Väst	1,6	0,90	
Tak-Öst	45,5	0,16	

Västvägg	25,5	0,15	270
Fönster_Väst	1,6	0,90	
Fönster:_2_Väst	3,0	1,20	
Fönster_3_Väst	1,2	0,90	
Fönster_4_Väst	0,3	0,90	
Östvägg	15,0	0,15	90
Fönster_1_Ö	11,6	0,90	
Fönster_2_Ö	2,3	0,90	
Fönster_3_Ö	0,6	0,90	
Dörr_Öst	2,1	1,00	

<b>Köldbrygga</b>	<b>Längd, m</b>	<b>Psi, W/m,K</b>
Platta på mark - L-element	39,80	0,15
Yttervägg trä/mellanbjälklag trä	39,80	0,03

## Resultat från Um-beräkning

2011-09-27 14:00

Objekt: Götenehus-Lindö, Bostad - Utomhus

Utförd av: Studielicens, Lunds Universitet

### Sammanfattning

$$U_m = (\text{Summa } U \cdot A + \text{Summa } \Psi \cdot L) / A_{om} = 0,27 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U_m \text{ krav} = 0,50 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m <sup>2</sup> , °C)	A (m <sup>2</sup> )	U*A
1. Bottenplatta	0,11	90,6	9,69
2. Norrvägg	0,15	37,6	5,75
3. Fönster_2	0,90	2,3	2,07
4. Fönster_	0,90	1,4	1,22
4. Fönster_	0,90	1,5	1,39
5. Fönster_3	0,90	0,6	0,54
6. Dörr_Norr	1,00	2,1	2,10
7. Västv ägg	0,15	25,5	3,90
8. Fönster_Väst	0,90	1,6	1,44
9. Fönster:_2_Väst	1,20	3,0	3,60
10. Fönster_3_Väst	0,90	1,2	1,08
11. Fönster_4_Väst	0,90	0,3	0,27
12. Östvägg	0,15	15,0	2,30
13. Fönster_1_Ö	0,90	7,9	7,12
13. Fönster_1_Ö	0,90	3,7	3,32
14. Fönster_2_Ö	0,90	2,3	2,07
15. Fönster_3_Ö	0,90	0,6	0,54
16. Dörr_Öst	1,00	2,1	2,10
17. Sydv ägg	0,15	33,1	5,06
18. Altandörr_Syd	1,20	3,0	3,60
19. Fönster_Syd_1	0,90	4,8	4,34
19. Fönster_Syd_1	0,90	1,0	0,88
20. Fönster_3_Syd	0,90	3,6	3,24
21. Tak-Öst	0,16	45,5	7,19
22. Tak-Väst	0,16	43,9	6,94
23. Takfönster_Väst	0,90	1,6	1,44
<b>Aom &amp; Summa U*A</b>		<b>335,80</b>	<b>83,19</b>

<b>Köldbrygga</b>	<b>Psi (W/m,°C)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Psi*L</b>
Platta på mark - L-element	0,15	39,80	6,13
Yttervägg trä / mellanbjälklag trä	0,03	39,80	1,21
<b>Längd köldbrygga &amp; Summa Psi*L</b>		<b>79,60</b>	<b>7,34</b>



## Använda konstruktioner

Typ 1.

bottenplatta

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi: 0,17 m<sup>2</sup>, °C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m<sup>2</sup>, °C/W

U-värde: 0,107 W/m<sup>2</sup>, °C

Typ 2.

Snedtak med lösull

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m, °C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m, °C)
Gipsskiva	13	0,25		
Glespanel	28	0,14		
Isover Plastfolie	0			
Isover InsulSafe i sned	240	0,036	5	0,14
Luftspalt, väl ventilerad	25			
Trä	22	0,14		
Underlagspapp	1			
Trä	22	0,14		
Takpannor	20			

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi: 0,10 m<sup>2</sup>, °C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m<sup>2</sup>, °C/W

U-värde: 0,158 W/m<sup>2</sup>, °C

Typ 3.

Träregelstomme, ventilerat putssystem

<b>Skiktmaterial</b>	<b>Tjocklek (mm)</b>	<b>Lambda (W/m,°C)</b>	<b>Reglar (%)</b>	<b>Regel-lambda (W/m,°C)</b>
Gipsskiva	13	0,25		
Trä	12	0,14		
Isover UNI-skiva 33	70	0,033	12	0,14
Isover Plastfolie	1			
Isover UNI-skiva 33	195	0,033	12	0,14
Stoeco board	6	0,28		
Trä	14	0,14		
Luftspalt, svagt ventile	14			
StoVentec Fasadskiva	12	0,09		
Ventilerat putssystem	1			

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi:0,13 m<sup>2</sup>,°C/W

Värmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m<sup>2</sup>,°C/W  
U-värde: 0,153 W/m<sup>2</sup>,°C

### Använda fönstertyper

Typ 4.

Altandörr\_Väst  
U-värde: 1,200 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 5.

Fönster\_1  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 6.

Fönster\_1\_Väst  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 7.

Fönster\_2  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 8.

Fönster\_3  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 9.

Fönster\_3\_Syd  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 10.

Fönster\_3\_Väst  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 11.

Takfönster\_Väst  
U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

### Använda dörrtyper

Typ 12.

Dörr\_Ytter  
U-värde: 1,000 W/m<sup>2</sup>,K

## Byggnadsytor - Bostad

### Yta 1.

Bottenplatta

Konstruktion: bottenplatta

Orientering: 0°

Nettoarea: 90,6 m<sup>2</sup>

### Yta 2.

Norrvägg

Konstruktion: Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 0°

Nettoarea: 37,6 m<sup>2</sup>

### Yta 3.

Fönster\_2

Konstruktion: Fönster\_2

Orientering: 0°

Nettoarea: 2,3 m<sup>2</sup>

### Yta 4.

Fönster\_

Konstruktion: Fönster\_1

Orientering: 0°

Nettoarea: 2,9 m<sup>2</sup>

### Yta 5.

Fönster\_3

Konstruktion: Fönster\_3

Orientering: 0°

Nettoarea: 0,6 m<sup>2</sup>

### Yta 6.

Dörr\_Norr

Konstruktion: Dörr\_Ytter

Orientering: 0°

Nettoarea: 2,1 m<sup>2</sup>

Yta 7.

Västvägg

Konstruktion: Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 270°

Nettoarea: 25,5 m<sup>2</sup>

Yta 8.

Fönster\_Väst

Konstruktion: Fönster\_1\_Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 1,6 m<sup>2</sup>

Yta 9.

Fönster:\_2\_Väst

Konstruktion: Altandörr\_Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 3,0 m<sup>2</sup>

Yta 10.

Fönster\_3\_Väst

Konstruktion: Fönster\_3\_Väst

Orientering: 270°

Nettoarea: 1,2 m<sup>2</sup>

Yta 11.

Fönster\_4\_Väst

Konstruktion: Fönster\_3

Orientering: 270°

Nettoarea: 0,3 m<sup>2</sup>

Yta 12.

Östvägg

Konstruktion: Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 90°

Nettoarea: 15,0 m<sup>2</sup>



Yta 13.

Fönster\_1\_Ö

Konstruktion: Fönster\_1

Orientering: 90°

Nettoarea: 11,6 m<sup>2</sup>

Yta 14.

Fönster\_2\_Ö

Konstruktion: Fönster\_2

Orientering: 90°

Nettoarea: 2,3 m<sup>2</sup>

Yta 15.

Fönster\_3\_Ö

Konstruktion: Fönster\_3

Orientering: 90°

Nettoarea: 0,6 m<sup>2</sup>

Yta 16.

Dörr\_Öst

Konstruktion: Dörr\_Ytter

Orientering: 90°

Nettoarea: 2,1 m<sup>2</sup>

Yta 17.

Sydvägg

Konstruktion: Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 180°

Nettoarea: 33,1 m<sup>2</sup>

Yta 18.

Altandörr\_Syd

Konstruktion: Altandörr\_Väst

Orientering: 180°

Nettoarea: 3,0 m<sup>2</sup>



Yta 19.

Fönster\_Syd\_1

Konstruktion: Fönster\_1  
Orientering: 180° Nettoarea: 5,8 m<sup>2</sup>

Yta 20.

Fönster\_3\_Syd

Konstruktion: Fönster\_3\_Syd  
Orientering: 180° Nettoarea: 3,6 m<sup>2</sup>

Yta 21.

Tak-Öst

Konstruktion: Snedtak med lösull  
Orientering: 90° Nettoarea: 45,5 m<sup>2</sup>

Yta 22.

Tak-Väst

Konstruktion: Snedtak med lösull  
Orientering: 270° Nettoarea: 43,9 m<sup>2</sup>

Yta 23.

Takfönster\_Väst

Konstruktion: Takfönster\_Väst  
Orientering: 270° Nettoarea: 1,6 m<sup>2</sup>