

# Energieffektivisering av befintliga fastigheter och nyproduktion

---

FREJA MILTON 2016  
MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP  
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



# Energieffektivisering av befintliga fastigheter och nyproduktion

Med hjälp av energiberäkningar och kartläggningar

Freja Milton

2016



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Freja Milton

MVEK02 Examensarbete för miljövetenskapligexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Nina Reistad, Atomfysik, Lunds universitet

Extern handledare: Mogens Milton, Swedic Energi

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning

Lunds universitet

Lund 2016

# Abstract

Today, residential and facilities represents 39 % of Sweden's total energy turnover. According to EU directives; "The Directive on Energy Efficiency", 2012/27 / EU the energy turnover shall decrease by 20 % until 2020. To achieve this goal, the existing properties and new construction need to be energy optimized. In existing buildings this is done by an energy audit followed by energy efficiency. In new construction, substantial energy calculations should be included, so that the final product will be as energy efficient as possible.

In this study two objects have been investigated and energy optimized. Object 1, Ehrenberg is a new production of student apartments that will be built in Lund. Energy calculations has been done and the study showed that already in the planning stage, the residential can be made energy efficient. Ehrenberg can be energy optimized by up to 35 %. Energy optimization in the planning stage can advantageously be made when the property is an empty playing field, where systems and materials easily can be replaced.

Object 2 is an existing real estate which is located on Södergatan in Malmö. The real estate will be described in three different cases. Case 1 describing the past energy turnover. Case 2 showing the present energy turnover and case 3 will describe the future energy turnover. The building is culture-listed and therefore the outside of the house should be conserved, only the inside and the buildings system can be optimized. Only by improving the efficiency of the ventilation, energy consumption has fallen by 14 % in case 2. If further energy optimization of ventilation would be made in case 3, the property would be able to save up to 38 % of the total energy consumption compared to case 1. Ventilation has been optimized by installing new modern ventilation systems with heat recycling. In case 3 the energy optimization will consist of making the building controlled by the needs of the ventilation and by changing further ventilation units to modern ones with heat recycling.

By coordinating and beginning to see the building as one system much energy could be saved. Energy efficiency offers a significant added value in addition to reducing the use of energy and natural resources, which in turn contributes to lower carbon emissions. Energy efficiency also leads to a better economy and indoor climate in the property. Energy efficiency is a win-win situation for everyone!





# Innehållsförteckning

## **Abstract 4**

## **Innehållsförteckning 7**

## **Inledning 10**

*Energikartläggning 12*

*Energiberäkningar och energikrav 13*

*Syfte och frågeställning 13*

*Områdesbeskrivning 14*

*Ehrenberg 4, Lund 14*

*Södergatan 26, Malmö 14*

## **Metod 17**

## **Resultat 21**

*Energiberäkning på fastigheten i nyproduktion, Ehrenberg 21*

*Energikartläggning av Södergatan 23*

*Beräkning av återbetalningsperioden för åtgärder i Ehrenberg och på Södergatan 27*

## **Diskussion 29**

*Kostnadsanalys av föreslagna/insatta åtgärder 32*

*Hur kan energiläget se ut i framtiden? 33*

## **Slutsats 35**

## **Tack 36**

## **Referenser 38**







# Inledning

Världen står inför en stor utmaning, nämligen att bromsa den globala uppvärmningen. Den globala uppvärmningen sker bland annat på grund av utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser till atmosfären. Utsläppen av växthusgaser måste minskas för att denna utveckling av klimatet ska förändras. Det är främst användningen av fossila bränslen som måste minskas men även användningen av naturresurser som behöver effektiviseras (Cunningham & Cunningham, 2011). Om den globala uppvärmningen inte bromsas, kommer klimatet att bli mer våldsamt med fler naturkatastrofer som följd (Abbasi & Abbasi, 2011). Klimatförändringen kommer att medföra svåra torkperioder och översvämningar vilket kommer att leda till både mat och vattenbrist på många håll i världen (Cunningham & Cunningham, 2011).

I takt med att världen blir allt mer industrialiserad krävs allt mer energi. Genom att sänka energiomsättningen, bland annat genom energieffektivisering belastas inte naturresurserna lika hårt. Det behövs en förändring i sättet att konsumera och använda naturresurser och energi världen över, om den globala uppvärmningen ska kunna förhindras (Abbasi & Abbasi, 2011). Ett mer energieffektivt samhälle sparar såväl kapital, växthusgasutsläpp och naturresurser.

EU har satt upp bindande klimatmål som skall nås till år 2020 (Lundh & Hiller, 2011). Ett av målen är att energiomsättningen ska minskas med 20 % i hela Europa fram till år 2020. Detta mål regleras under "Direktivet om Energieffektivisering", 2012/27/EU. Direktivet ställer krav på renoveringar, mätningar av energiförbrukning och fakturering av olika energislag så som varmvatten, fjärrvärme och hushållsel. Direktiv 2012/27/EU tar även upp att den offentliga sektorns byggnader ska vara en förebild i energifrågor.

Energieffektivisering innebär att optimera energiomsättningen. Detta görs genom att få ut mer av de befintliga energiomsättningen, eller effektivisera de befintliga systemen och energiomvandlingarna (Adelberth & Wahlström, 2008). Det finns även andra krav för att energieffektiviseringen ska vara försvarbar. Investerat kapital måste vara i rimligt förhållande till sparad energi och miljönytta. Innemiljö, husets funktion och tekniska kvalitet får aldrig försämrats på grund av en åtgärd som minskar energibehovet. En enskild energieffektivisering måste i slutändan leda till att den totala energiförbrukningen minskas, därför måste hela byggnadens energibalans undersökas (Abel & Elmroth, 2006).

Sveriges regering antog 1999 ett generationsmål som består av 16 miljömål och 24 etappmål (Naturvårdsverket, 2014). Syfte är att lösa miljöproblemen idag och att ge ett löfte till kommande generationer om frisk luft, hälsosamma livsmiljöer och rika naturupplevelser (Naturvårdsverket, 2012). Sverige har valt att implementera direktivet om energieffektivisering 2012/27/EU under miljömålet "En god bebyggelse". Under detta miljömål finns delmål 6 som säger att energiförbrukningen i lokaler och bostäder ska minskas med 20 % per uppvärmd areaenhet till år 2020 och med 50 % till år 2050 (Boverket, 2007).

I Sverige står bostäder och service för drygt 40 % av den totala energiomsättningen vilket motsvarar 144 TWh/år. För lokaler och bostäder går 60 % (76,5 TWh/år) av energiomsättningen till uppvärmning av fastigheter (Energimyndigheten, 2013). Varmvatten stod för cirka 20 % av energiförbrukningen och resterande del bestod av hushållsel (Lundh & Hiller, 2011).

Det huvudsakliga målet med energikartläggningar i befintliga fastigheter och energiberäkningar av nyproduktion i projekteringsstadiet är att göra byggnaderna så energieffektiva som möjligt. Ofta ger en tekniskt god lösning även en god miljömässig lösning som i längden ger en god ekonomi i fastigheten. Det blir ofta därmed en vinstsituation av en energiuppföljning eller en energiberäkning (Abel & Elmroth, 2006).

Nybyggnationer är relativt enkla att energieffektivisera då utgångspunkten är en "tom spelplan". När nybyggnationer produceras kan smarta och energisnåla lösningar enkelt och med fördel installeras före andra alternativ, på sikt sparar det både pengar och miljö (Abel & Elmroth, 2006).

Energikartläggning i bostäder talar om var införd energi tar vägen. När förslag på energieffektiviserande åtgärder ska göras i befintliga fastigheter måste detta göras med hänsyn till befintliga system och ramar, detta gör att energieffektivisering i befintliga hus är svårare. Trots detta är det få hus, särskilt äldre hus, som inte energiomsättningen kan minskas med 20-40 % av totala energiomsättningen vid en första energiuppföljning (Adelberth & Wahlström, 2008).

I byggnader finns system som förbrukar energi. Byggnadens värmesystem som består av en värmeproducerande enhet exempelvis värmepanna, värmepump, solfångare eller fjärrvärme, producerade värme som sedan skickas ut i byggnadens ledningar till radiatorer eller golvvärme som distribuerar värmen i fastigheten (Adelberth & Wahlström, 2008). Hur stort uppvärmningsbehov en byggnad har beror på byggnadens storlek, konstruktion och transmissionsförluster genom golv, fönster tak och väggar (Abel & Elmroth, 2006). Även återvinningen från andra system i byggnaden är av betydelse. De flesta moderna fastigheter har ventilation. Ventilationens uppgift är att skapa ett bra inneklimat och föra bort luftföroreningar. Dagens ventilationsaggregat har en värmeåtervinning på upp till 85 %. Värmeåtervinningen sker via värmeväxlare eller värmepump (Abel & Elmroth,

2006). Andra system som kan återvinna värme är avloppssystem, dessa har en verkningsgrad på ca 50 %. Avloppsvärmeväxlare fungerar genom att avloppsvatten förvärmer kallvatten före vattnet anländer till varmvattenberedaren (Abel & Elmroth, 2006). Genom att återvinna tillförd värme minskas värmebehovet för fastigheten.

## Energikartläggning

En energikartläggning ger ökad kunskap om energianvändningen i företaget, fastigheten eller liknande. Målet är att identifiera var de stora energiförlusterna finns och eventuellt hitta en energieffektiviserande lösning (Energimyndigheten, 2014c). Stora företag måste enligt lag göra en energikartläggning av företaget vart fjärde år (Energimyndigheten, 2014a).

Med en energikartläggning ges en bättre överblick om var den tillförda energin tar vägen, vad energin kostar och vad den används till i verksamheten (Energimyndigheten, 2014b). Kartläggningen ger även en bild av hur energin är fördelad i olika delar av byggnaden eller verksamheten. Genom en energikartläggning kan olika energibesparingsmöjligheter upptäckas som leder till energieffektiviseringsmöjligheter (Energimyndigheten, 2014b). I en energikartläggning görs en energibalans. Energibalansen bygger på termodynamikens första huvudsats, energiprincipen. Principen säger att energin är bevarad i slutna system och att summan av tillförd och avgiven energi alltid ska vara lika med noll (Dill & Bromberg, 2010). I denna studie ses fastigheten som ett slutet system. En energibalans definierar energiavgivande processer och energigivande processer. Energigivande processer är de processer som tillför energi till systemet och energiavgivande processer är de processer som använder energi i systemet (Energimyndigheten, 2014b).

Hur mycket energi som köpts in får företaget reda på via exempelvis elleverantörer eller fjärrvärmeleverantör (Energimyndigheten, 2014b). När mängden inköpt energi är känd kan den fördelas på energiavgivande processer så som belysning, ventilation, uppvärmning och varmvatten, detta kallas för att göra en energibalans (Energimyndigheten, 2014b). Energistatistiken jämförs och analyseras mot mätvärden. Ofta bryter man ner fastigheten i mindre delar för att energiomsättningen ska bli lättare att analysera.

När fastigheten är kartlagd och energiomsättningen känd kan förslag på energieffektiviserande åtgärder tas fram och presenteras (Energimyndigheten, 2014b). I presentationen ska kostnad för genomförandet av åtgärd och hur lång återbetalningsperioden blir för åtgärden ingå, samt vilka energi och kostnadsbesparingar åtgärden medför (Energimyndigheten, 2014b). På så sätt får

företaget eller fastighetsägare en inblick i var det kan vara motiverande att investera i ny utrustning för att minska på energiomsättningen.

## Energiberäkningar och energikrav

Vid nybyggnationer ska energiomsättningen begränsas. För att ta reda på och kunna påvisa hur stor den specifika energianvändningen för en nybyggnation kommer att bli görs energiberäkningar på byggnaden. Enligt boverkets byggregler, BFS 2011:6 definieras husets specifika energianvändning som förbrukad energi under ett år dividerat med uppvärmd golvyta i huset. Boverkets byggregler anger hur mycket energi ett nybyggt hus maximalt får förbruka. Mängden energi som får förbrukas beror på klimatzon, uppvärmningsteknik och vad byggnaden ska användas till. Byggnader som värms med elektrisk energi får maximalt förbruka 50 kWh/(m<sup>2</sup>·år) (Boverket, 2012).

Idag används ofta olika datorprogram för att göra en energiberäkning, vilket program som används beror på byggnadens komplexitet (Boverket, 2012). Ett energiberäkningsprogram heter VIP+ som beräknar fram energianvändningen genom att kända indata och antaganden fylls i av användaren. Programmet räknar på energiförbrukning under ett år och tar bland annat hänsyn till klimat, vind, solinstrålning samt vilket vädersträcksläge byggnaden ligger i. När ett resultat tagits fram i VIP+ jämförs detta med rådande lagar inom branschen. VIP+ har utvecklats av företaget StruSoft AB. Vid energiberäkningar bör man alltid ha en säkerhetsmarginal på minst 10 % (Boverket, 2012). Vanligtvis är det flera olika parametrar som ska ingå i en energiberäkning, exempelvis vem som gjort beräkningen, vilka U-värden som använts, vilket datorprogram samt version som använts, redovisning av indata och beräknade resultatet. Redovisning av vilken av Boverkets byggregler som använts samt en tydlig redovisning att energikraven uppfylls krävs. I energiberäkningen ska det även framgå hur stora säkerhetsmarginalerna är (Boverket, 2012).

## Syfte och frågeställning

För att det EU:s klimatmål ska kunna uppnås till år 2020 kommer kravet och efterfrågningar på energismarta lösningar att öka på alla sektorer som förbrukar energi och där med även bygg och fastighetsbranschen. Byggnadsbranschen står inför en stor förändring och måste hitta nya och effektivare sätt att bygga och lösa problem på för att ta vara på tillförd energi. Genom att göra energikartläggningar och energiberäkningar på byggnader ökar kunskapen om omsättningen av energi i

fastigheten och där med kan energi sparas. Genom att energieffektivisera med hjälp av energikartläggning och energiberäkningar görs en insats för klimatet och minskad användning av naturresurser. Energieffektivisering sparar även kapital.

Denna studie syftar till att besvara nedanstående frågeställningar:

- Vad är skillnaden mellan nybyggnationer och befintliga byggnader i arbetet kring energieffektivisering?
- Var finns det stora besparingsmöjligheter i den befintliga fastigheten?
- Hur kan en byggnad energioptimeras redan i projekteringsfasen?

En fördjupning kommer att göras på några utvalda delar som omsätter mycket energi i fastigheten för att hitta en energieffektiv lösning på problemet.

Studien är avgränsad till fastigheter som byggs enligt svensk standard och tittar bara på studier som är utförda med byggnader i svenskt klimat.

## Områdesbeskrivning

### **Ehrenberg 4, Lund**

Ehrenberg 4 kommer att byggas på Arkivgatan i Lund. Ehrenberg är idag i projekteringsstadiet. Fastigheten ska tjäna som studentbostäder, i fastigheten kommer det att finnas 8 stycken lägenheter i storlek 25-30 m<sup>2</sup>. Fastigheten har fasadlångsidor mot väster och öster. Husets ena gavel kommer ligga intill ett befintligt hus. Huset kommer främst att värmas med värmepump. Bruksarean är 221 m<sup>2</sup> och huset kommer att bli tre våningar högt.

### **Södergatan 26, Malmö**

Södergatan 26 är belägen på gågatan Södergatan i Malmö. Det är ett femvåningshus med källare som har affärslokaler i två plan. I byggnadens bottenvåning ligger affärerna Indiska och Joy. Övriga delar av fastigheten är kontorslokaler, bland annat har läkemedelsföretaget Ferring kontor i en stor del av fastigheten. Byggnaden ligger med långsidorna mot andra hus, ena gaveln mot gågatan och andra mot en innergård/parkering. Gavlarna ligger mot öst och väst. I byggnaden finns även en glaskupol. Byggnaden har fjärrvärme som levereras från Eon. Eon levererar även elektrisk energi. Fastigheten förvaltas av Johan Carlsson, Carlssons fastigheter AB. Fastighetsägare är Pinial AB.

Byggnaden har en bruksarea på 2748 m<sup>2</sup> exklusive källare. Huset är byggt i slutet av 1800-talet och är kulturmärkt (k-märkt). Hyresgästerna har egna elavtal

och affärslokalerna har egen kyla som försörjer deras lokaler, energin för att driva kylmaskinerna går även på deras egna konton.





## Metod

Först genomförs en energikartläggning av den befintliga fastigheten på Södergatan i Malmö. Resultatet kommer att presenteras utifrån tre olika fall. Fall 1 beskriver hur energiläget har varit i fastigheten innan några energioptimerande åtgärder vidtagits, fall 2 presenterar hur energiläget ser ut i dagsläget då vissa energioptimerande åtgärder gjorts och fall 3 kommer att redogöra för ytterligare miljömässiga och ekonomiskt lönsamma åtgärder som sänker energiomsättningen. På Södergatan valdes ventilationen som fördjupningsdel. Energieffektiviserande åtgärder kommer att presenteras endast för ventilationen. Därefter jämförs de olika fallen mot varandra.

För att ta reda på hur fastigheten ser ut och vilka system som finns i den gjordes ett platsbesök. Platsbesöket gjordes för att skapa en inre bild om hur energiförbrukningen skulle kunna se ut och gjordes i utvalda delar av fastigheten tillsammans med Mogens Milton, Swedic Energi och Johan Carlsson, fastighetsförvaltare, Carlssons fastighet och förvaltning AB. Det var främst fläktar, ventilationsaggregat och värmesystem som inspekterades.

För att göra en energikartläggning behövs indata, data tas fram med hjälp av ritningar samt genom tillgång till husets energianvändning och kallvattenanvändning. Ritningarna på huset ger area för kalla golv, total golvarea, kalla väggar och tak. Den tillförda/köpta energin hämtas från EON och kallvattenförbrukningen tillhandahålls genom Johan Carlsson, fastighetsförvaltare. Antaganden gjordes på att varmvattenanvändningen motsvarar 30 % av förbrukat kallvatten. Andra antaganden som gjordes var driftstider för vissa aggregat med okänd drifttid, exempelvis indiskas gamla ventilationsaggregat.

Därefter gjordes en energibalans i en Excel-mall gjord av Swedic Energi. I mallen förs känd data in samt antaganden. Inköpt energi fördelas på de olika systemen och aggregaten som skrivs in i mallen tills dess att en energibalans är uppnådd. I mallen förs även area för kalla golv, kalla väggar, fönster och tak in, denna data används för att räkna ut transmissionen i huset. Med hjälp av Excel-mallen skapas en sammanställning av energibalansen, ett diagram för energibalans, samt nyckeltal som koldioxidutsläpp. Energiuppföljningen gjordes på tillförd energi under ett år. Antaganden och siffror som använts för att räkna ut energibalansen för de olika fallen presenteras i bilaga 2, 3 och 4. I dessa bilagor finns alla system för fastigheten även inlagda och hur mycket energi de drar i de olika fallen.

Energiberäkningen på Ehrenberg genomfördes med hjälp av datorprogrammet VIP+, ett vanligt datorprogram som är skapat för att göra energiberäkningar (Abel & Elmroth, 2006). Eftersom detta är en nybyggnation i projekteringsstadiet ska fastigheten göras så energisnål som möjligt. Husets tänkta byggnadsmaterial "husets recept" tillhandahålls genom byggaren och med hjälp av detta kan huset simuleras i programmet. Programmet gör det möjligt att testa olika byggmaterial, pumpar och så vidare för att hitta den mest optimala lösningen. Genom att fylla i indata som tillhandahålls genom ritningar och antaganden kan schematiska bilder över energiomsättningen, koldioxidutsläpp och specifik energianvändning för byggnaden tas fram. Genom ritningar tas areor av fönster, kalla väggar och golv samt tak fram. Antaganden gjordes på vattenanvändning och hur länge och ofta personer vistas i lägenheterna. Programmet jämför även resultatet med Boverkets byggregler. Beräkningarna görs på energiomsättningen för ett år. Resultatet och indata till energiberäkningen presenteras i bilaga 1.

VIP+ valdes för att det är ett vanligt program för att göra energiberäkningar i vid nybyggnationer. Vid en energikartläggning på ett sekelskiftes hus fungerar VIP+ dåligt då husets uppbyggnad är okänd. Utan husets byggmaterial fungerar inte VIP+ vilket gör Excell-mallen till ett bättre val även om osäkerheten blir större.

Slutligen görs en beräkning på rak återbetalningsperiod, det vill säga hur lång tid det tar innan besparingen som åtgärden har medfört har betalat investeringen. Uträkningen för återbetalningstiden tar inte hänsyn till räntor eller liknande parametrar.

För beräkning av den elektriska energianvändning som krävs för att driva ventilationsaggregatet beräknas ett VAS-tal. VAS står för "Ventilation air conditioning system" och har enheten  $1 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . VAS-talet talar om hur mycket elektrisk energi det går åt för att transportera en viss luftmängd (Förening V, 2000). VAS-talet uppskattas för alla ventilationsaggregat i studien. För enkelhetens skull görs uppskattningen att anslutningseffekten är densamma som VAS-talet. När VAS-talet är känt kan tillförd elektrisk effekt,  $P$  (1 kW) beräknas genom att multiplicera luftflödet,  $dV/dt$  ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) med VAS-talet,

$$VAS (\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})) \cdot dV/dt (\text{m}^3/\text{s}) = P (\text{kW})$$

För att få fram tillförd elektrisk energi,  $E$  (1 kWh/år) för ventilationsaggregatet multipliceras tillförd elektrisk effekt ( $P$ ) med drifttiden ( $\Delta t$ ) som anges i enheten i antal timmar per år (1 h/år). Detta gjordes före och efter åtgärden. Därefter kunde en energibesparing och därmed en kostnadsbesparing beräknas. Antaganden har gjorts att priset för 1 kWh elektrisk energi är 1 krona och att luftflödet är detsamma i båda beräkningar, det högsta flödet har använts

$$P(\text{kW}) \cdot \Delta t (\text{h}/\text{år}) = E (\text{kWh}/\text{år})$$

Därefter beräknas värmeförbrukningen (1 kWh/år), före och efter en åtgärd med uttrycket:

$$\text{värmeförbrukning (kWh/år)} = c \cdot \frac{dV}{dt} \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot \frac{(100 - \eta)}{100} \cdot \Delta T \cdot \Delta t$$

I uttrycket står  $\frac{dV}{dt}$  för luftvolym per tidsenhet uttryckt i enheten 1 m<sup>3</sup>/s.  $\rho_{\text{luft}}$  står för luftens densitet som anges i enheten 1 kg/m<sup>3</sup>,  $\frac{(100-\eta)}{100}$  beskriver aggregatets verkningsgrad och  $\Delta T$  som anges i enheten 1 °C är en medeltemperaturskillnad som beskriver hur mycket luften ska värmas upp från utomhuslufttemperatur till inomhuslufttemperatur.  $c$  är den specifika värmekapaciteten som för luft är 1 kJ/(kg·°C). Sista variabeln  $\Delta t$  är aggregatets driftstid uttryckt i andel av ett år (dvs. enheten är timmar per år (1 h/år)). Därefter kan totala energibesparingen för värme beräknas. Antagande gjordes att priset för fjärrvärme är 0,83 öre/kWh.

När kostnadsbesparingen per år för både värme och elektrisk energi är känd adderas dessa och en rak återbetalningstid beräknas genom att dividera investeringskostnaden med besparingsvärdet/år, se formel nedan. Svaret ges i återbetalningstid i år.

För behovsstyrd ventilation och solceller beräknas återbetalningstiden enligt följande;

$$\text{Återbetalningstid} = \text{investeringskostnad} / (\text{besparing} / \text{år})$$

Därefter presenteras de olika investeringarna med återbetalningsperiod och investeringskostnader i en tabell. Siffror som använts för beräkning finns i bilagorna.



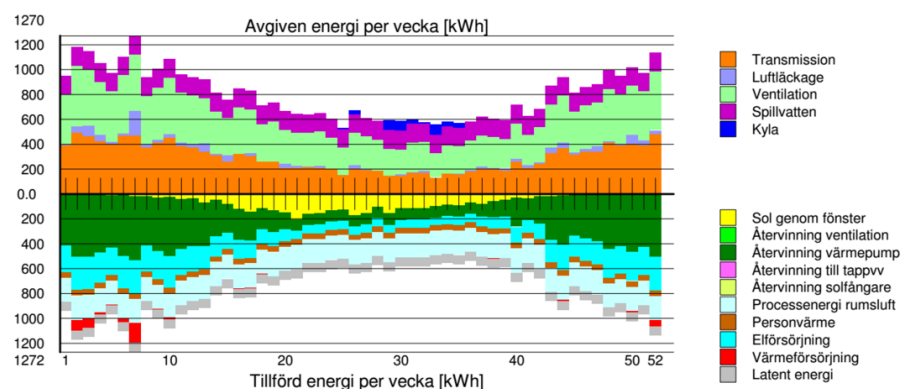
# Resultat

Energiberäkning och energikartläggning gjordes på två olika typer av fastigheter. Därefter gjordes en enkel kostnadsanalys av återbetalningsperioden. Nedan presenteras resultaten som studien på de båda fastigheterna har kommit fram till.

## Energiberäkning på fastigheten i nyproduktion, Ehrenberg

Genom att göra en energiberäkning har energianvändningen under ett år kartlagts i en nybyggnation som är i planeringsstadiet. Målet är att göra byggnaden så energieffektiv som möjligt. Genom att använda en värmepump med storlek 9 kW och ha en ventilation med ett luftflöde på 80 l/s ges diagrammet nedan. Diagram 1 visar energibalansen för fastigheten och hur energiomsättningen är fördelad mellan olika energigivande och energitaggande processer i fastigheten. I diagrammet är tillförd energi och avgiven energi (y-axeln) avsatt som funktion av antal veckor/år (x-axeln).

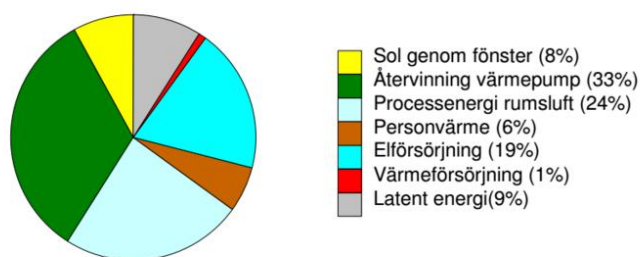
**Energibalans**



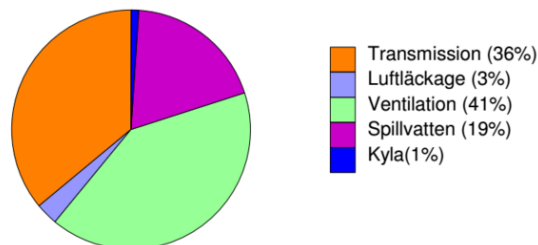
**Diagram 1.** Energiomsättningen under ett år vid energiberäkning på Ehrenberg. Diagrammet visar tillförd energi och avgiven energi (y-axeln) avsatt som funktion mot antal veckor/år (x-axeln).

Efter energiberäkningar gjorts bestäms byggnadens specifika energianvändning till 49 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Byggnaden uppfyller alla krav enligt Boverkets byggregler där övre gränsen för eluppvärmda hus är 50 kWh/(m<sup>2</sup>·år) (Boverket, 2012) och har en säkerhetsmarginal på 2 %. Genom att sätta in en avloppsvärmeväxlare med en verkningsgrad på 50 % kan ytterligare 10 % av totala energin sparas det vill säga 5 kWh/(m<sup>2</sup>·år), detta ger en specifik energianvändning på 44 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Fortsättningsvis kan solceller sättas upp på taket i västerläge. Antag att 25 m<sup>2</sup> solceller sätts upp. Solceller ger i västerläge 2500-3000 kWh/år vilket är ytterligare drygt 25 % av energin som kan sparas, motsvarande 12 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Efter beräkningar med solceller och avloppsvärmeväxlare kan den slutgiltiga specifika energianvändningen för nybyggnationen bli 33 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Jämfört med 49 kWh/(m<sup>2</sup>·år) som gavs vid en första beräkning kan upp till 35 % av energin sparas med vidare insatser.

Energianvändningen i nybyggnationen Ehrenberg visas i diagram 2 och 3, i dessa visas fördelning av avgiven respektive tillförd energi. Som visas i diagram 3 syns det att transmission (36 %), ventilation (41 %) och spillvatten (19 %) är en stor del av energiförlusterna. Vad gäller tillförd energi (se diagram 2) är elförsörjning (19 %), som bland annat driver värmepumpen, en stor del av energitillförseln. Återvinning från värmepumpen står för 33 % av energitillförseln och processenergi står för 24 % av tillförd energi. Processenergi är den energi som inte används för klimatstyrande system. All indata och antaganden som använts vid energiberäkning av Ehrenberg hittas i bilaga 1. I bilaga 1 finns bland annat nyckeltal, antaganden för varmvatten och personvärme samt byggnadsmaterial.



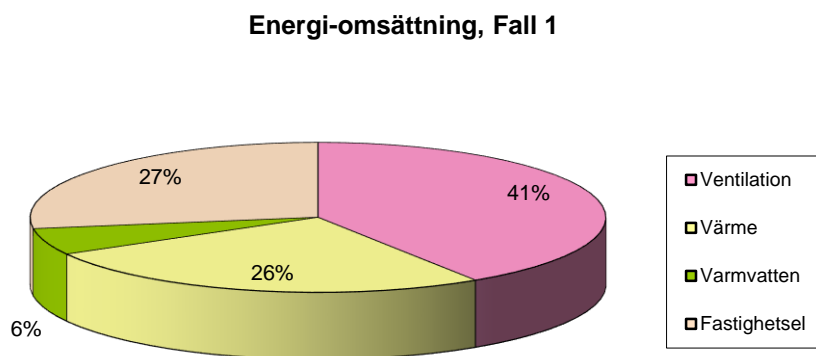
**Diagram 2.** Fördelningen av tillförd energi.



**Diagram 3.** Fördelningen av avgiven energi

## Energikartläggning av Södergatan

*Fall 1, dåtid:* När en första energikartläggning gjorts förbrukar fastigheten 340000 kWh/år vilket motsvarande 123 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Diagram 4 visar hur energianvändningen var fördelad i fastigheten. I diagrammet presenteras energifördelningen. I fastigheten utgjorde ventilationen den största delen och stod för 41 % av totala energiomsättningen därefter kom värme med 26 % och fastighetsel med 27 %. Varmvatten utgör endast en liten del på 6 %. Siffror och antaganden som gjorts vid uträkning av byggnadens energibalans, fall 1 finns att hitta i bilaga 2. Diagram 4 baseras på siffror från bilaga 2.

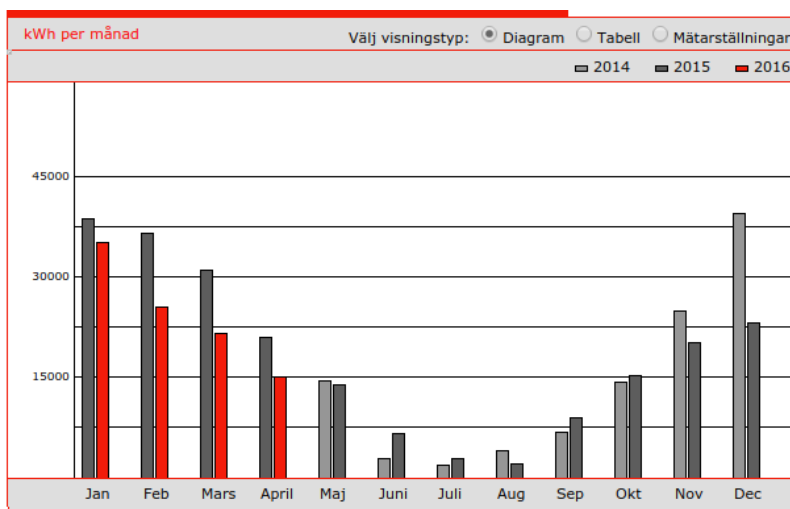


**Diagram 4.** Diagrammet illustrerar energiomsättningen i Fall 1, Södergatan.

*Fall 2, nutid;* i denna kartläggning har en del energioptimerande åtgärder vidtagits främst under år 2015. Elförbrukningen sjönk från 87000 - 65000 kWh/år med insatta åtgärder. Det syns en tydlig förändring i inköpt energi se diagram 5 och 6. Diagrammen visar hur energiförbrukningen minskade efter byte av ventilationsaggregat. Två stora aggregat byttes ut under 2015. Aggregat TFA1, som försörjer Ferrings byttes, från början var detta på 1000 l/s med 45 % värmeåtervinning detta byttes tills ett nytt aggregat på 1600 l/s med en värmeåtervinning på 85 %. I diagrammen kan installation och igångsättningen av de nya aggregaten ses i elförbrukningen och värmeförbrukning som sjunker drastiskt i oktober/november år 2015.

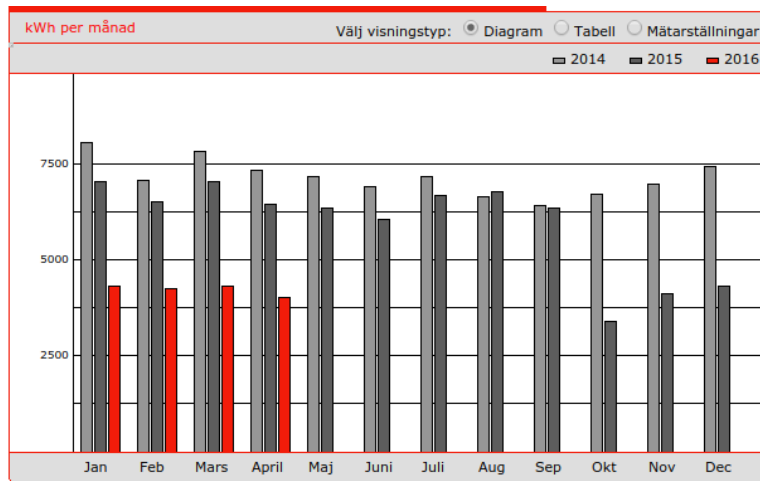
Aggregatet TFA2, som försörjer Indiska byttes även ut. Aggregatet som byttes ut var på 700 l/s utan återvinning. Det nya aggregatet är på 1100 l/s och har även det 85 % återvinning. Båda aggregaten bidrog till att inomhusmiljön förbättrades. Samtidigt som Indiskas aggregat sattes in installerades kyla i byggnaden, kylan ökar energiförbrukningen något men höjer komforten i byggnaden och är därför väl motiverad.

Andra åtgärder som gjorts i fastigheten är att alla lampor i fastighetens gemensamma delar har bytts från 90 W till 6 W, vilket har minskat elförbrukningen ytterligare, detta har gjorts succesivt vilket gör att diagrammet inte visar en tydlig förändring.



**Diagram 5.** Inköpt fjärrvärme till Södergatan, notera minskningen i inköpt värme november och framåt 2015.

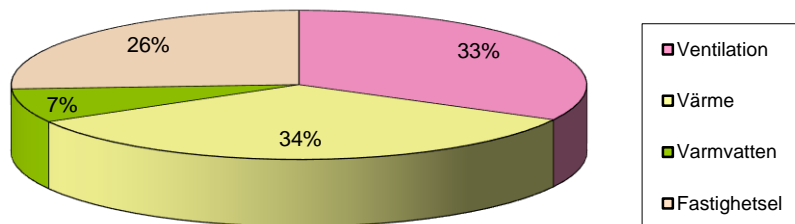




**Diagram 6.** Inköpt elektrisk energi till Södergatan, notera minskningen i inköpt energi okt/nov 2015.

Efter åtgärder i form av två nya och större aggregat med återvinning och byte till lågenergilampor är energiomsättningen istället fördelad enligt följande, ventilation står nu för 33 % av total energiomsättningen, värme står för 34 %, fastighetsel står för 26 % och varmvatten står för 7 %. Fördelningen illustreras i diagram 7. Det syns en tydlig minskning på ventilationssidan som nu är lika stor som värmeandelen. Fastigheten omsätter nu 289432 kWh/år vilket motsvarar 105 kWh/(m<sup>2</sup>·år). I bilaga 3 finns de siffror och antaganden som använts för att beräkna en energibalans i fall 2. Diagram 7 baseras på siffror från bilaga 3.

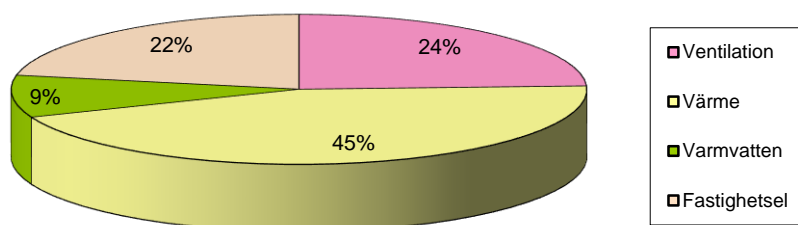
**Energi-omsättning, Fall 2**



**Diagram 7.** Energiomsättningens fördelning i fall 2

*Fall 3, framtiden:* Genom att genomföra ytterligare åtgärder som att byta ut källaraggregatet utan återvinning mot ett nytt med 85 % återvinning och genom att göra all ventilationen behovsstyrd kan förbrukningen minskas ytterligare. Genom dessa åtgärder kan byggnaden minska sin energiomsättning till 210000 kWh/år motsvarande 76 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Energiförbrukningen skulle kunna vara fördelad enligt följande med nämnda åtgärder; värme står för 45 % av energiomsättningen, ventilation svarar för 24 %, fastighetsel för 22 % och varmvatten står för 9 % av totala energiomsättningen. Fördelningen av energiomsättningen illustreras i diagram 8. Diagram 8 och energibalansen för fall 3 bygger på de siffror och antaganden som finns i bilaga 4.

**Energi-omsättning, Fall 3**



**Diagram 8.** Energiomsättningens fördelning på olika energikrävande processer i fall 3, Södergatan.

Sammanfattningsvis har energiförbrukning minskat från 340080 kWh/år till 289432 kWh/år, en minskning på 14 % och skulle kunna minskas ytterligare till 210000 kWh/år motsvarande en minskning på 38 % jämfört med energiförbrukningen från början.

Energibalansen för alla tre fallen presenteras i tabell 1. Här presenteras även hur mycket koldioxid som fastigheten släpper ut per fall och år. Koldioxidutsläppen har minskat från 35,5 ton CO<sup>2</sup>/år till 30,4 ton CO<sup>2</sup>/år och skulle kunna minskas ner till 22 ton CO<sup>2</sup>/år.

**Tabell 1.** Tabellen presenterar energiförbrukning, energibalans och koldioxidutsläpp.

Energibalans	Fall 1	Fall 2	Fall 3
<b>Tillförd energi, (kWh)</b>			
<b>El</b>	89080	64106	50000
<b>Fjärrvärme</b>	251000	225326	160000
<b>Summa</b>	340080	289432	210000
<b>Förbrukad energi, (kWh)</b>			
<b>Ventilation</b>	152036	87431	68328
<b>Värme</b>	89147	90461	96575
<b>Varmvatten</b>	19614	19614	19614
<b>Fastighetsel</b>	87819	70846	55261
<b>Produktion</b>	0	0	0
<b>Summa</b>	348615	268352	239778
<b>Energiomsättning (kWh/(m<sup>2</sup>*år))</b>	123	105	76
<b>CO2 utsläpp (ton/år)</b>	35,5	30,4	22,5

## Beräkning av återbetalningsperioden för åtgärder i Ehrenberg och på Södergatan

Genom formlerna beskrivna i metoden beräknas återbetalningstiden. Efter beräkningar på besparingar och investeringskostnader, beräknas den raka återbetalningsperioden. För TFA1 som försörjer Ferring blev återbetalningsperioden 28 år. Indiskas aggregat, TFA2 hade en återbetalningsperiod på 6,4 år. Den behovsstyrda ventilationen, FF1 och FF2 kommer att ha en återbetalningsperiod på ett halvår och installation och inköp av solceller kommer att ha en återbetalningsperiod på 18 år. Beräkningarna tar inte

hänsyn till räntor, stigande elpriser eller andra parametrar som påverkar återbetalningstiden. Återbetalningstiderna presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Visar investeringskostnader, besparing och återbetalningstid.

	<b>Investeringskostnad (kr)</b>	<b>Besparing/år (kr)</b>	<b>Återbetalningstid (år)</b>
<b>Ferring, TFA1</b>	985 000	34352	28
<b>Indiskan, TFA2</b>	450 000	69608	6,4
<b>Källare, TA2</b>	75 000	-	-
<b>Behovsstyrd ventilation, toaletter FF1, FF2</b>	6 000	9814	0,6
<b>Solceller</b>	55 000	3000	18

## Diskussion

Största skillnaden med att arbeta med energieffektivisering av befintliga byggnader respektive nybyggnation i projekteringsstadiet är att i en befintlig byggnad finns det en känd förbrukning som ska minskas (Abel & Elmroth, 2006). Vid en nybyggnation kan den mest optimala lösningen ur energisynpunkt istället tas fram via datorprogram (Abel & Elmroth, 2006).

För befintliga fastigheter är det något svårare att göra en energieffektivisering då befintliga system och material sätter gränser. Energiuppföljningen skapar förståelse för var inköpt energi omsätts så att stora energibovrar kan upptäckas och åtgärdas (Energimyndigheten, 2014b). Det är få fastigheter som inte kan energieffektiviseras med 20-40 % vid en första energiuppföljning (Adelberth & Wahlström, 2008). Även om det är svårare att energieffektivisera en befintlig fastighet är det viktigt ur en miljösynpunkt. Detta eftersom dessa fastigheter ofta är mycket sämre ur energisynpunkt än nybyggnationer och inte sällan drar de upp till tre gånger så mycket energi per ( $\text{m}^2 \cdot \text{år}$ ) jämfört med en nybyggnation (Lundh & Hiller, 2011). Ju mer energiomsättningen kan reduceras desto bättre är det för både miljön och ekonomin.

Det finns många sätt att energieffektivisera en byggnad. Kostnadseffektiva åtgärder innebär ibland en kort återbetalningstid vilket ofta är attraktiva för investeraren, då åtgärden i längden genererar en bättre ekonomi i byggnaden. Om två alternativa lösningar är lika gynnsamma avgör oftast ekonomin. Ofta blir det alternativet som ger högst avkastning per investerad krona (Adelberth & Wahlström, 2008). Innan en åtgärd genomförs måste en analys alltid göras av hur åtgärden förändrar husets klimat, klimatet får inte försämrats vid en åtgärd (Abel & Elmroth, 2006).

I fastigheten som energikartlaggdes på Södergatan visar resultaten på att energiomsättningen per ( $\text{m}^2 \cdot \text{år}$ ) var mindre än väntat. Detta kan bero på att det både finns en glaskupol och att husets långsidor ligger mot andra hus vilket gör att transmissionen blir liten då det finns få så kallade kalla ytor i huset. Den förväntade siffran låg runt  $150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$ . Energianvändningen skulle kunna gå från  $105 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$  till  $76 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$  vilket motsvarar en procentuell minskning på 38 %.

Det var intressant att se hur bytet av ventilationsaggregaten genererar en så pass stor förändring i elförbrukning och värmeanvändning, se diagram 5 och 6. Det syns en tydlig förändring i trenden i diagrammen och det blir visuellt tydligt att

insatt åtgärd gav ett direkt svar och minskad energiomsättning. Detta är ett bra exempel på hur en lyckad energieffektivisering kan göras.

Resultatet visar att fördelningen av energiomsättningen har ändrats (se diagram 4, 7 och 8). I denna fastighet utgör varmvattenförbrukningen en större del av energiomsättningen då energieffektiviserande åtgärder i andra delar av fastigheten gjorts. Antaganden för varmvattenförbrukningen är densamma för alla tre fallen. Varmvattenförbrukningen har gått från att utgöra 6 % till att utgöra 9 % av den totala energiomsättningen. En avloppsvärmeväxlare ger ingen större effekt i kontorslokaler då uppvärmningen av vatten i kontorslokaler inte utgör en stor andel av den totala energiomsättningen. Om denna teknik exempelvis kunnat användas på badhus och i träningshallar där man använder mycket varmvatten skulle resultatet blivit ett annat. Med en verkningsgrad på 50 % skulle hälften av all tillförd energi kunna återvinnas. Genom att installera avloppsvärmeväxlare i rätt byggnader skulle en stor del av den energi som går åt för att värma de stora mängderna vatten kunna sparas.

Resultatet på Södergatan visar att även värmeförbrukningen i den befintliga fastigheten utgör en allt större del av energiomsättningen. Värme stod från början för 26 % av totala energiomsättningen och har ökat till följd av att andra delar minskat till att utgöra 45 % av totala energiomsättningen. Det är svårt att göra något åt denna del då byggnaden är k-märkt och fönster, fasad med mera inte får ändra utseende vilket gör det svårt att minska transmissionen. Den energi som sparats eller skulle kunna sparas i fallbeskrivningarna kommer endast från förbättringar av ventilationssystem. Vidare föreslås att värmesystemet genomgås för att upptäcka eventuella läckor och andra effektiviserande åtgärder så som att kontrollera inställningar för värme och kyla så att dessa inte ligger och kör om varandra. I praktiken betyder detta att värme och kyla körs samtidigt eftersom inställningarna för systemen är felaktiga och samordningen mellan dessa är dålig. När systemen värme, ventilation och kyla är i harmoni med varandra bidrar detta ofta till ett bättre upplevt inneklimat i form av reducerat drag. Dessutom ger det en lägre energiförbrukning. Genom att samordna, diskutera och upplysa hyresgäster om deras sätt att använda energin kan energibehovet ytterligare reduceras. Detta är en utmaning då hyresgästernas elförbrukning går på deras egna konton och är siffror som i de flesta fall är osynliga för fastighetsförvaltaren och därmed svåra att samordna.

Resultatet från Ehrenberg visar att genom energiberäkningar i projekteringsstadiet kommer den specifika energianvändningen för fastigheten att kunna minskas. Energiberäkningar kan med fördel göras i projekteringsstadiet då det är enkelt att förändra byggnaden och dess system i förhållande till när det är en befintlig byggnad. Detta sparar både tid och pengar i form av åtgärder som annars kommer att behövas vid ett senare tillfälle då det visar sig att husets driftkostnad och energianvändning är för hög. I byggnader råder en stor tröghet mot förändringar och en chans till förändring uppkommer runt vart 20:e år, ofta i

samband med renoveringar. Det är under husets livstid som huset förbrukar mest energi (Adelberth & Wahlström, 2008) och därför bör huset byggas så smart som möjligt.

I fallet med nybyggnationen Ehrenberg gav energiberäkningar att energianvändningen kan minskas från 49 kWh/(m<sup>2</sup>·år) till 33 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Detta motsvarar en procentuell minskning på 32 %. Detta visar vikten av att göra grundläggande energiberäkningar för att minska energiomsättningen.

Ehrenberg har 300 mm isolering i taksiktet. Beräkningarna gjorda i VIP+ visar att mer isolering ger en marginell skillnad i energiomsättningen. Tjockare lager isolering är därmed inte försvarbart ur ekonomisk synpunkt och inte heller ur energisynpunkt. Lika så prövades olika storlekar på värmepumpar, efter genomförda beräkningar konstateras att det mest optimala är att ha en värmepump på 9 kW. Med en större eller mindre värmepump ökade den totala energiomsättningen. Vad det gäller antaganden som gjorts för att kunna genomföra beräkningen verkar dessa rimliga. Det är alltid svårt att bedöma förbrukning av varmvatten och elektrisk energi i bostäder då olika människor har olika beteende som påverkar energiomsättningen positivt eller negativt (Lundh & Hiller, 2011). Det bör därför alltid finnas en säkerhetsmarginal och det därför bättre att räkna på ett för högt värde än ett för lågt.

I denna fastighet står spillvatten vid en första beräkning för 19 % av energiomsättningen. Byggnaden är relativt energisnål och här blir det tydligt att när byggnaden i övrigt är energisnål blir varmvattenförbrukningen en stor del av den totala energiomsättningen. I denna fastighet är det därför rimligt att installera en avloppsvärmeväxlare som minskar den totala energiomsättningen med ca 10 %. I takt med att husen blir bättre på att återvinna energi sjunker den totala energiomsättningen vilket leder till andelen energi som behövs för uppvärmning av varmvatten ökar. Om inte värme från spillvatten börjar tas till vara på kommer energifördelningen likt den som visas i diagram 3 att bli vanligare.

Som syns i resultatet för Ehrenberg kan energiförbrukningen i en fastighet sänkas avsevärt om solceller installeras. På Ehrenberg gav solceller i västerläge på taket 12 kWh/(m<sup>2</sup>·år) som räknas bort från totala energiförbrukningen vilket ger en minskad förbrukning på 12 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Med solceller förbrukar huset endast 37 kWh/(m<sup>2</sup>·år).

Stora skillnaden mellan hushåll och kontor är att hushållen används dygnet runt och kontor oftast en begränsad tid av dygnet. Vattenförbrukningen skiljer sig även åt, den är högre i hushåll än i kontor. I kontor rekommenderas att byggnaden anpassas efter behov, det vill säga att man gör byggnaden behovsstyrd. Skillnaden är stor i energianvändning om fastigheten är igång 24 eller 10 timmar om dygnet.

## Kostnadsanalys av föreslagna/insatta åtgärder

Det är svårt att bedöma en återbetalningsperiod då det är mycket som påverkar. Denna studie valde att göra en rak återbetalningstid vilket inte tar hänsyn till alla parametrar. De föreslagna åtgärderna som presenterades i resultatet för de båda fastigheterna är ekonomiskt försvarbara.

I fallet med Ferringsaggregatet, TFA1 ger återbetalningstiden en skev bild av verkligheten då ventilationsaggregatet fick en lång återbetalningsperiod. Vad kalkylen för återbetalningstiden inte tar hänsyn till är att det gamla aggregatet blev underkänt vid en besiktning. Valet stod då mellan att reparera det gamla ventilationsaggregatet eller att investera i ett nytt. Dessutom hade klagomål om dålig luft kommit från hyresgästerna. Många olika parametrar pekade i samma riktning vilket gjorde att vinsterna blev större av att byta aggregatet än att reparera det gamla.

Vad det gäller bytet av Indiskas aggregat, TFA2 var situationen liknande. På grund av det gamla aggregatet inte hade värmeåtervinning blev återbetalningstiden mycket kortare. Därmed blev detta en god investering sett till återbetalningstid. Byte av TFA1 och TFA2 har lett till förbättrat inomhusklimat då ventilationsflödena ökat.

Installation av nytt källaraggregat kan motiveras med att det skapar ett bättre inneklimat. I dagsläget finns det ingen ventilation alls i källarutrymmet. Investering av ett nytt ventilationsaggregat kommer innebära en ökad kostnad av energiomsättningen och kostnad för inköp och installation av det nya aggregatet. Åtgärden anses som nödvändig då ingen ventilation kommer att medföra ökade kostnader för reparation, exempelvis då fukt och mögel angriper fastigheten.

Den behovsstyrda ventilationen på toaletter och i trappor har en kort återbetalningstid. Genom att stänga av ventilationen några timmar nattetid kan energibehovet minskas ytterligare. Detta kan med fördel göras i kontorslokaler.

Solceller har en förhållandevis lång återbetalningstid men hög livslängd. Efter återbetalningstiden kommer solcellerna att fortsätta förse fastigheten med elektrisk energi i ytterligare 20 år utan extra kostnad. Dessutom är det en ren energikälla som borde utnyttjas.

Det är svårt att motivera en åtgärd endast med energibesparingsargument. Ofta krävs fler argument för att en fastighetsägare ska välja att investera i bygganden. Andra faktorer som påverkar är hur långsiktig plan fastighetsägaren har för fastigheten. Ofta är det många olika parametrar som pekar i samma riktning som i slutänden leder till en förändring. Dock syns en förändring i medvetenhet och det blir allt vanligare att företag har miljöpolicy.



## Hur kan energiläget se ut i framtiden?

Energieffektivisering behövs för att vi ska nå 2020-målen. Om alla byggnader kartläggs och optimerades samtidigt som höga krav ställs på nybyggnationer så skulle målet ”minska den totala energianvändningen med 20 % till år 2020” vara möjligt att uppnå. Vidare kommer inte energieffektivisering att räcka för att nå målet ”minskad energianvändning med 50 % till år 2050” utan ”egenproducerad” energi kommer att behöva tillföras till byggnaden. Egenproducerad energi kommer även att behövas för att i framtiden vid nybyggnation kunna möta tuffare krav från Boverkets byggregler. Exempelvis kan solceller eller vindkraft kopplade till fastigheten göra egenproducerad energi. Även på äldre byggnader borde solceller installeras som förser byggnaden med egenproducerad energi så att husets specifika energianvändning sänkas.

Utbildning borde erbjudas till alla fastighetsägare och förvaltare. Kanske borde exempelvis Energimyndigheten eller Boverket hålla i utbildningar för privatpersoner såväl som för företag och fastighetsägare för att skapa kunskap och förståelse kring ämnet. Genom utbildning får vi kunnigare fastighetsförvaltare och ägare, vilket kommer att leda till bättre beslut om energianvändning och energieffektivisering.

I dagsläget finns inga krav på energiuppföljning av fastigheter, krav om energikartläggning borde ställas på större fastigheter. Kraven borde utformas på samma sätt som för stora företag som måste genomgå en energikartläggning vart fjärde år.

Med energibalansen som ges av energikartläggningen samt förslag på åtgärder upptäcks snabbt var det är ekonomiskt fördelaktigt att investera, vilket brukar vara ett incitament för fastighetsägaren att åtgärda ett problem. Uppföljningen skapar ordning och reda i företaget. Eventuellt skulle någon form av bidrag för att göra energikartläggningar, liknande det som existerar för företag som ska göra en energiuppföljning, införas. Detta hade skapat ytterligare incitament. Dessutom skapar det en ”grön image”. En grön image gör ofta att företaget ses som ansvarsfullt och kan hyra ut lokaler till kunder med högre krav.

Ofta har större fastigheter många olika hyresgäster som har egna avtal på kyla och elektrisk energi, detta leder ofta till dålig samordning mellan systemen i byggnaden, vilket varken gynnar fastighetsägare eller hyresgäster. Problem skapas då de olika kostnadsdelarna går på olika konton. I framtiden borde tid läggas på att samordna och harmonisera alla system i byggnaden.

Byggnader måste börja ses som ett enda system där de olika ingående energiavgivande enheterna måste börja samspela. Samordning görs genom regelbundna uppföljningar av fastigheten samt utbildning och samarbete mellan hyresgäster och fastighetsförvaltare. Bättre kontroll på systemen leder till bättre

inneklimat, ekonomi och samtidigt en minskad energiomsättning. Detta är en win-win situation för alla inblandade.

## Slutsats

Mycket kan göras för att minska energiomsättningen i våra bostäder. Det är få byggnader som inte går att energioptimera. Enklast är bygga mer energieffektivt. I projekteringsstadiet bör omfattande energiberäkningar och avvägningar göras för och emot material och system för att få en så energisnål byggnad som möjligt.

Befintliga bostäder drar ofta väsentligt mer energi per kvadratmeter i jämförelse med nybyggnationer. Optimering av befintliga bostäder leder ofta till stora besparingar i form av energi och ekonomi. Vid en första energikartläggning i befintliga fastigheter samt nyproduktion i projekteringsstadiet brukar totala energianvändningen kunna minska med 20-40 %.

Energikartläggningar och beräkningar bidrar till att skapa förståelse och hitta energieffektiva lösningar till fastigheten. Byggnader måste börja ses som ett system och samordning mellan olika system inom byggnaden måste bli bättre. När system som värme, kyla och ventilation befinner sig i harmoni leder detta till en minskad energiförbrukning och bättre inneklimat.

Med energieffektivisering minskas resursanvändning och miljöpåverkan. Effektiviseringen skapar även ett stort mervärde i form av ekonomisk vinning och bättre upplevt inneklimat. Energieffektivisering är därför en vinst för alla parter.

# Tack

Tack till Mogen Milton som hjälpt mig att komma igång med arbetet och lärt ut hur det går till att göra både energiberäkningar och kartläggningar. Det har varit till stor hjälp!

Jag vill även tacka min fantastiska handledare Nina Reistad för allt stöd.



# Referenser

- Abbasi, T., Premalatha, M., & Abbasi, S. A. 2011. The return to renewables: Will it help in global warming control? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 891-894.
- BFS 2011:6. Boverkets byggregler- föreskrifter och allmänna råd, BBR.
- Boverket. 2012. Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler - utgåva två. ISBN (pdf): 978-91-87131-31-8. Edita Västra Aros AB.
- Boverket. 2007. Energianvändning i byggnader. Delmål 6 – Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av God bebyggd miljö. ISBN: 978-91-85751-59-4. Internt Boverket.
- Abel, E. Elmroth, A. 2008 Byggnaden som system. Forskningsrådet Formas,
- Adalberth, K., Wahlström, Å. 2008. Energibesiktning av byggnader: flerbostadshus och lokaler. SIS förlag.
- Cunningham, W., Cunningham, M. 2011. Principles of environmental science: inquiry & applications. McGraw-Hill.
- Dill, K., Bromberg, S. 2010. Molecular driving forces: statistical thermodynamics in biology, chemistry, physics, and nanoscience. Garland Science.
- Energieffektivisering. Nationalencyklopedin.  
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/energieffektivisering>. (hämtad 2016-04-11)
- Energimyndigheten. 2014. Lagen om energikartläggning i stora företag. Energimyndigheten. <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/lag-och-ratt/energikartlaggning-i-stora-foretag/> (hämtad 2016-04-13)
- b. Statens Energimyndighet. 2014. Stegvis införande av systematiskt energiarbete. Rapport nr; ET 2014:11Energimyndigheten.
- c, Energimyndigheten. 2014. Energikartläggning. Energimyndigheten. <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/foretag-och-organisationer/energikartlaggning/> (hämtad 2016-04-14).
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG.
- Föreningen, V. 2000. Eleffektivitet hos fläktar och luftbehandlingsaggregat. [www.svenskventilation.se/download/320/Skrift\\_Eleffektivitet](http://www.svenskventilation.se/download/320/Skrift_Eleffektivitet). (Pdf hämtad 2016-05-19).

- Lundh, Magdalena och Hiller, Carolina. 2011. Energianvändning i hemmet, vardagliga aktiviteter. SP Sveriges tekniska forskningsinstitut.  
<https://www.sp.se/sv/units/energy/Documents/ETk/BroschyrEnergianvandningihemmetfinalweb.pdf>. (Pdf hämtad 2016-05-22).
- Statens Energimyndighet. 2013. Energiläget 2013. Rapport nr; ET 2013:22. Bromma: Arkitektkopia.
- Naturvårdsverket. 2014. Miljömålssystemets historia.  
<http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/Miljomalssystemets-historia/>. Naturvårdsverket. (hämtad 2016-04-20).
- Naturvårdsverket. 2012. De svenska miljömålen - en introduktion. ISBN 978-91-620-8619-0. Naturvårdsverket.
- Nenets. Energitekniskt centrum i Piteå. 2009. Vad är en energikartläggning och hur går det till? Energikontoret Norr.  
[http://www.nenet.se/sites/default/files/Projektarkiv/nenets\\_rekommendationer\\_om\\_energi\\_kartlaggning\\_av\\_foretag.pdf](http://www.nenet.se/sites/default/files/Projektarkiv/nenets_rekommendationer_om_energi_kartlaggning_av_foretag.pdf). (Pdf hämtad 2016-05-22).





Bilaga 1. Bilaga 1 redovisar för indata som har använts för att göra energiberäkningen för Ehrenberg. I Bilaga finner man energibalans, nyckeltal, specifik energianvändning, byggnadens byggmaterial, antagna värden och klimatdata som använts vid beräkning. Vidare finns drifttider och U-värden för Byggnadsdelar.

## Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 364
Solreflektion från mark	20.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:70 SV:70 V:70 NV:70 N:70 NO:70 O:70 SO:70
Luftryck	1013 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:20 SV:20 V:20 NV:20 N:20 NO:20 O:20 SO:20 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Ventilationsvolym	533.0 [m <sup>3</sup> ]
Golvarea	222.0 [m <sup>2</sup> ]
Markegenskap Värmeledningstal:	2.3 [W/m*K]
Silt, icke dränerad sand ,icke dränerat grus.	

## Klimatdata

MALMÖ 1996-2005	Latitud	55.6	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	26.7	8.4	-9.6	°C
Vindhastighet	18.1	4.8	0.1	m/s
Solstrålning global	931.0	113.1	0.0	W/m <sup>2</sup>
Relativ fuktighet	100.0	82.3	38.0	%

## Byggdeltypen 1-dimensionella - Katalog

Byggdeltyp	Material Från utsida till insida	Skiktjocklek m	Värmeledningstal W/m,K	Densitet kg/m <sup>3</sup>	Värmekapacitet J/kgK	U-värde W/m <sup>2</sup> K	DeltaU-värde W/m <sup>2</sup> K	Otätthetsfaktor q50 l/s,m <sup>2</sup>	Solabsorption %
ergotherm 95+210+95	Leca	0.095	0.120	450	800	0.132	0.040	0.80	50.00
	Cementbunden								
	Cellplast 36	0.210	0.036	25	1400				
bjällklag över port	Leca	0.095	0.120	450	800				
	Cementbunden								
	KC-Bruk	0.010	1.000	1800	800	0.135	0.010	0.80	0.00
300 btg, cellplast, värme	Trällsplatta	0.030	0.075	200	1510				
	Reglar s600	0.300	0.045	87	961				
	Betong Normal RH	0.140	1.700	2300	800				
	*VÄRMESKIKT* Vattenburen								
	Betong Normal RH	0.020	1.700	2300	800				
300 btg, cellplast, värme	Cellplast 36	0.300	0.036	25	1400	0.115	0.000	0.00	0.00
	Betong Normal RH	0.100	1.700	2300	800				

	*VÄRMESKIKT*	Vattenburen							
	Betong Normal RH	0.030	1.700	2300	800				
	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300				
vindsbjälkslag trä	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.107	0.010	0.80	0.00
	Reglar s600	0.400	0.045	87	961				
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
Tung inner	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800	3.476	0.000	0.10	0.00
Mellanbjkl_u	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	2.202	0.000	0.10	0.00
	Betong Normal RH	0.240	1.700	2300	800				

## Byggdeltyp 2-dimensionella - Katalog

Byggdeltyp	Psi- absorp- W/mK	Bredd värde l/s,m <sup>2</sup>	Otätthets- m faktor q50	Sol- absorp- tion %	Byggdeltyp	Psi- absorp- W/mK	Bredd värde l/s,m <sup>2</sup>	Otätthets- m faktor q50	Solvärde W/mK	Solskydd l/s,m <sup>2</sup>	tion %
Ytterhörn	0.074	0.200	0.50	50.00	Fönstersmyg	0.061	0.200	0.50	50.00		

## Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Byggdeltyp	Glasandel %	Soltransm. Total %	Sol transm. Direkt %	U- värde W/m <sup>2</sup> K	Otätthetsfaktor q50 l/s,m <sup>2</sup>	Solskydd
2-Gl Energi Ar	70	61	49	1.10	0.50	
2-Gl Energi	70	61	49	1.40	0.50	
Dörr	0	0	0	1.00	0.80	
Uteluftsventil 10	0	0	0	0.00	10.00	

## Byggnad

Beskrivning	Byggdeltyp	Orientering	Rotation [°]	Lutning [°]	Mängd Area m <sup>2</sup> Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chivärde med mark och D-U W/m <sup>2</sup> K
Fasad	ergotherm 95+210+95	NORR	0.0	0.0	13.2m <sup>2</sup>	0.0	2.4		0	0.172 W/m <sup>2</sup> K
Fasad	ergotherm 95+210+95	SÖDER	0.0	0.0	60.0m <sup>2</sup>	0.0	2.4		0	0.172 W/m <sup>2</sup> K
Fasad	ergotherm 95+210+95	VÄSTER	0.0	0.0	79.3m <sup>2</sup>	0.0	2.4		0	0.172 W/m <sup>2</sup> K
Fasad	ergotherm 95+210+95	ÖSTER	0.0	0.0	72.8m <sup>2</sup>	0.0	2.4		0	0.172 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi Ar	ÖSTER	0.0	0.0	22.8m <sup>2</sup>	0.0	2.4			1.100 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi	VÄSTER	0.0	0.0	1.3m <sup>2</sup>	0.0	1.3			1.400 W/m <sup>2</sup> K

Dörr	Dörr	VÄSTER	0.0	0.0	18.5m <sup>2</sup>	0.0	2.4	1.000	W/m <sup>2</sup> K
Friskluftsventil	Uteluftsventil 10	ÖSTER	0.0	0.0	8.0st	0.0	0.0	0.000	W/m <sup>2</sup> K
tung innervägg	Tung inner	INNER	0.0	0.0	103.0m <sup>2</sup>			0	
lätt innervägg	Tung inner	INNER	0.0	0.0	181.0m <sup>2</sup>			0	
fönstersmyg	Fönstersmyg	ÖSTER	0.0	0.0	54.4m	0.0	2.4	0	0.061 W/mK
fönstersmyg	Fönstersmyg	VÄSTER	0.0	0.0	12.8m	0.0	2.4	0	0.061 W/mK
dörrsmyg	Fönstersmyg	ÖSTER	0.0	0.0	48.0m	0.0	2.4	0	0.061 W/mK
mellanbjälklag	Mellanbjlkl_u	INNER	0.0	0.0	138.0m <sup>2</sup>			0	
ytterhörn	Ytterhörn	NORR	0.0	0.0	24.1m	0.0	0.0	0	0.074 W/mK
bjälklag port	bjälklag över port	NORR	0.0	0.0	26.0m <sup>2</sup>	0.0	2.4	0	0.145 W/m <sup>2</sup> K
golv	300 btg, cellplast, värme	PPM 0-1 m	0.0	0.0	26.3m <sup>2</sup>	0.0	2.4	0	0.106 W/m <sup>2</sup> K
golv	300 btg, cellplast, värme	PPM 1-6 m	0.0	0.0	29.7m <sup>2</sup>	0.0	2.4	0	0.092 W/m <sup>2</sup> K
tak	vindsbjälkslag trä	TAK	0.0	0.0	82.0m <sup>2</sup>	0.0	2.4	0	0.117 W/m <sup>2</sup> K

## Driftdata

Driftfalls-benämning	Verksamhetsenergi rumsluft W/m <sup>2</sup>	Verksamhetsenergi rumsluft W/lgh	Verksamhetsenergi extern W/m <sup>2</sup>	Fastighetsenergi rumsluft W/m <sup>2</sup>	Fastighetsenergi extern W/m <sup>2</sup>	Personvärme W/m <sup>2</sup>	Tappvarmvärme W/m <sup>2</sup>
smålägenheter	4.20	0.00	0.00	1.00	0.40	1.20	

## Drifttider

Driftfalls- Vecko- Vecko- Tid Driftfalls- Vecko- Vecko- Tid benämning dagar nummer benämning

dagar nummer							
smålägenheter	Måndagar	1 - 53	0 - 24	Fredagar	==	Måndagar	
	Tisdagar	==	Måndagar	Lördagar	==	Måndagar	
	Onsdagar	==	Måndagar	Söndagar	==		
Måndagar	Torsdagar	==	Måndagar				

## Ventilationsaggregat

Aggregatbenämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Reglerfall
FF	0.00	0.00	350.00	50.00	---

## Reglerfall

Reglerfall	Reglertyp	Utetemperatur	Reglervärde	Utetemperatur	Reglervärde
		L	L	H	H

## Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Värmesystem	Driftspunkt	Driftspunkt
	1	2

Utetemperatur	-16.0	20.0
Framledningstemperatur	45.0	20.0

Aggregatbenämning	Veckodagar	Tilluft [l/s]	Frånluft [l/s]	Veckonummer	Starttid-Sluttid
FF					
	Måndagar	0.0	80.0	1 - 53	0 - 24
	Tisdagar	==	Måndagar		
	Onsdagar	==	Måndagar		
	Torsdagar	==	Måndagar		
	Fredagar	==	Måndagar		
	Lördagar	==	Måndagar		
	Söndagar	==	Måndagar		

## Värmepump

Värmepump: NIBE F2030-9	Andel av totalt	100.0	%
kW	vattenflöde		
Akkumulatortank	1.0	m3	Seriekopplad
<b>NIBE F2030-9 kW</b>			
Köldmediatyp	R407C		
Typ av värmepump	Luft/Vatten-värme		
Lägsta temperatur kalla sidan	-25.0	°C	
Högsta temperatur varma sidan	65.0	°C	
Värme till tappvarmvatten			
Värme till värmeystem			
Avgiven effekt	8100.0	W	
Värmefaktor	4.6		
Temperatur varma sidan	35.0	°C	
Temperatur kalla sidan	7.0	°C	
Provningsstandard	EN 14511	Inklusive cirkulationspumpar och fläktar	
EI-Effekt cirkulationspump	0.5	% av värmeeffekt	
Prioritering av tappvarmvatten			
Returtemperatur	25.0	20.0	

## TAPPVARMVATTEN

Kallvattentemperatur 8.0 [°C]

Varmvattentemperatur 60.0 [°C]

## ÖVRIGT

El cirkpump värmesystem 0.00 % av energiförsörjning till rum och luft

Lägsta dimensionerande utetemperatur för uppvärmning -16.0 °C

Högsta dimensionerande utetemperatur för komfortkyla 30.0 °C

Passiv kyla

Effekt för värmeförsörjning begränsad till 6800 W

## RESULTAT

Beräkningsdatum 2016-04- 17:45:09

29

### Detaljerat Resultat Tillförd energi

Peri od	Tillfö rd	energi	kWh								
	(27)	(20)	(19)	(29)	(18)	(25)	(45)	(33)	(34)	(52)	
	Solen ergi fönst er	Återvin ning vent.	Återvin ning VP	Återvin ning tappv.	Solfån gare	Personv ärme	Processe nergi till rum	Värmeförs örjning	Elförsör jning	Lat ent ene rgi	
Mån 1	30	0	2060	0	0	198	859	177	1080	330	
Mån 2	63	0	1813	0	0	179	776	198	951	298	
Mån 3	190	0	1815	0	0	198	859	28	959	330	
Mån 4	405	0	1103	0	0	192	831	10	650	320	
Mån 5	683	0	571	0	0	198	859	7	404	330	
Mån 6	622	0	386	0	0	192	831	1	298	320	
Mån 7	578	0	413	0	0	198	859	-0	290	330	
Mån 8	476	0	415	0	0	198	859	0	288	330	
Mån 9	263	0	486	0	0	192	831	8	353	320	
Mån 10	108	0	1115	0	0	198	859	4	614	330	
Mån 11	33	0	1624	0	0	192	831	11	838	320	
Mån 12	22	0	1931	0	0	192	831	63	1007	320	
Sum ma	3473	0	13732	0	0	2327	10085	506	7732	3879	

### Detaljerat Resultat Avgiven energi

Period	Avgiven	energi	kWh		
	(23)	(24)	(21)	(28)	(22)

	Transmission	Luftläckage	Ventilation	Spillvatten	Passiv kyla
Mån 1	1939	214	1922	661	0
Mån 2	1717	248	1715	597	0
Mån 3	1735	179	1799	661	0

### Detaljerat Resultat Avgiven energi

Period	Avgiven energi	kWh		
	(23)	(24)	(21)	(28)
Summa	15240	1367	16966	7758

### Nyckeltal

Inre värmekapacitet	125.23	[Wh/m <sup>2</sup> °C]
Yttre värmekapacitet	20.55	[Wh/m <sup>2</sup> °C]
Medeltemperatur	23.00	[°C]
Medelvärde ventilation	80.00	[l/s]
Processenergi medel	5.60	[W/m <sup>2</sup> ]
Personvärme medel	1.20	[W/m <sup>2</sup> ]
Omslutningsarea	459.78	[m <sup>2</sup> ]
Omsl. area x U-Värde	111.81	W/K
Luftläckage vid 50 Pa	387.44	[l/s]
Invändigt tryck medel	-6.2	[Pa]
Specifik fläkteffekt	0.7	[kW/(m <sup>3</sup> /s)]
Omslutnings-/Golv-area	2.07	
Area	0.23	
fönster+dörrar/Golvarea		

### Jämförelse mot krav

	Beräknat värde	Tillåtet värde	
--	----------------	----------------	--

### Jämförelse mot BBR 22

U-värde		0.243	0.400	W/(m <sup>2</sup> K)
Energianvändning	Totalt	49	50	kWh/(m <sup>2</sup> år)
Energianvändning	Värmeförsörjning	2		kWh/(m <sup>2</sup> år)
Energianvändning	Värmeförsörjning TVV	0		kWh/(m <sup>2</sup> år)
Energianvändning	Värmeförsörjning rumsluft	2		kWh/(m <sup>2</sup> år)
Energianvändning	El till fläktar och pumpar	2		kWh/(m <sup>2</sup> år)
Energianvändning	El till värmepump	33		kWh/(m <sup>2</sup> år)

Energianvändning	El till värmepump TVV	15	kWh/(m <sup>2</sup> år)	
Energianvändning	Fastighetsel	12	kWh/(m <sup>2</sup> år)	
Beräknad Installerad El-effekt		10.4	6.8	kW
Transmission:		3.8	kW	
Ventilation:		3.5	kW	
Tappvarmvatten:		4.0	kW	
Värmepump:		-0.9	kW	
Dimensionerande temperaturer	Inne	Ute	Mark	
	20.0	-16.0	20.0	
Atemp: 222.0 m <sup>2</sup>				
Klimatzon	IV			
Byggnadstyp:	Flerbostadshus	små lägenheter		
Elvärme				

Max effekt för uppvärmning är begränsad. Lägsta beräknade rumstemp ligger 0.0 °C under krav enligt driftdata.

---

## Energibalans

	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Avgiven energi</b>		
(23)Transmission	15240	68.65
(24)Luftläckage	1367	6.16
(21)Ventilation	16966	76.42
(28)Spillvatten	7758	34.94
(22)Passiv kyla	410	1.85

### Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	3473	15.65
(20)Återvinning ventilation	0	0.00
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	13732	61.86
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	10085	45.43
(25)Personvärme	2327	10.48
(34)Elförsörjning	7732	34.83
(33)Värmeförsörjning	506	2.28
(52)Latent energi	3879	17.47

## Specifikation av energiflöden

	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		kWh	kWh/m <sup>2</sup>
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	506	2.28	(37)KONDENSORVÄRME	20975	94.48
(2)Värmesystem	506	2.28	(5)Värmesystem	13218	59.54
(3)Tappvarmvatten	0	0.00	(6)Tappvarmvatten	7758	34.94
(47+48)BYGGNADENS KYLBEHOV	410	1.85			
(48)Kylning i rumsluft	410	1.85	(26)PROCESSENERGI	10861	48.92
(48S)Sensibel kyla i rumsluft	410	1.85	(40)Verksamhetsenergi rumsluft	8145	36.69
			(39)Fastighetsenergi rumsluft	1939	8.74
(34)ELFÖRSÖRJNING	7732	34.83	(46)Fastighetsenergi extern	776	3.49
(35)Värmepump	7243	32.63			





Ventilation	FF2	TOALETTER	150	24	FA	0	150	150		0	15768	
											0	
	FF3	HISSMASKINRUM	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF-UC	UC	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF-5	GLASHUS	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF	TRAPPHUS SÖDERGATAN	150	24	FA	0	150	150		0	15768	
	Summa:		2800,5			28,5672	2000,475	1446	0,00	48	152036	103,72

Systemkategori	Systemnamn	Systembetjäning	Ansl.eff kw	Drift h/dygn	Återgår till Uppv	Typ	Omräkn (Kwh/ dygn)	% av totala	Värde Kr /tim		Kwh/ år	Värde Kr /tim
Belysning, mm	Belysning	Allmän+hiss	1,7	24	0,5		40,8	17,0	-17,5	14892,0	7446,0	436,7
							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	TFA1	FERRING	3,3	10	0		33,0	13,7	0,0	12045,0	0,0	-2,4
	TFA2	INDISKA	2,1	16	0		33,6	14,0	0,0	12264,0	0,0	-2,4
	TFA3	FERRING	1	24	0		24,0	10,0	0,0	8760,0	0,0	-2,4
	TA/FA4	JOY	0,8	24			19,2	8,0	0,0	7008,0	0,0	-2,4
	TA2	KÄLLARE	0,1	24	0,5		2,4	1,0	-46,2	876,0	438,0	436,7
	FF1	TOALETTER	0,8	24	0		19,2	8,0	0,0	7008,0	0,0	-2,4
	FF2	TOALETTER	0,8	24	0		19,2	8,0	0,0	7008,0	0,0	-2,4
	FF3	HISMASKINRUM	0,2	24	0		4,8	2,0	0,0	1752,0	0,0	-2,4
	FF-UC	UC	0,2	24	0		4,8	2,0	0,0	1752,0	0,0	-2,4



Varmvatten	VVC	VVC	0,042	45	55	16	42,13	15379,06	1,76	42,13	15379	1,76
	Varmvattenförbrukning		0,00257	10	55	24	11,60	4658,21	0,48	11,60	4235	0,48
<b>Varmvatten</b>		S:a Varmvatten					53,74	20037	2,24	19984	19614	2,24
<b>Systemkategori</b>	<b>Systemnamn</b>											
	<b>Sort eller enhet</b>		<b>Verkningsgrad (%)</b>	<b>Förbruk.per år</b>	<b>Kostn/ per enh</b>	<b>co2, kg/kwh</b>	<b>Nettoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Bruttoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>	<b>Co2/ton per år</b>	<b>kg co2/m2</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>
Tillförd Energi 2005	Olja (1m3 = 10000kwh)	m3	75	0	11000	0,274	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Gas (1 Nm3=10,8kwh)	nm3	90	0	10	0,203	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	EI (1 kWh=1kWh)	kwh	100	89080	1,1	0,091	89080	89 080	2,2	8,11	0,20	#####
	Fjv (1kwh=1kwh)	kwh	100	251000	0,8	0,109	251000	251 000	6,1	27,36	0,66	#####
	Pellets (4,8kwh/kg)	kg	80	0	1,5	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Ved,25% (1200kwh/m3)	m3	75	0	0,25	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
<b>Tillförd Energi</b>		S:a Tillförd energi					340080	340080	8,24	35,47	1	#####



Ventilation	FF2	TOALETTER	150	24	FA	0	150	150		0	15768	
											0	
	FF3	HISSMASKINRUM	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF-UC	UC	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF-5	GLASHUS	50	24	FA	0	50	50		0	5256	
											0	
	FF	TRAPPHUS SÖDERGATAN	150	24	FA	0	150	150		0	15768	
	Summa:		3800,5			69,5968	1155,475	832	0,00	78	87431	103,65

Systemkategori i	Systemnamn	Systembetjäning	Ansl.eff kw	Drift h/dygn	Återgår till Uppv	Typ (Kwh/ dygn)	Omräkn	% av totala	Värde Kr /tim	Kwh/ år	Värde Kr /tim	
Summering	Belysning	Allmän+hiss	1,4	24	0,5		33,6	17,3	-16,2	12264,0	6132,0	352,3
							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	TFA1	FERRING	1,8	10	0		18,0	9,3	0,0	6570,0	0,0	-1,9
	TFA2	INDISKA	1,98	10	0		19,8	10,2	0,0	7227,0	0,0	-1,9
	TFA3	FERRING	1	10	0		10,0	5,2	0,0	3650,0	0,0	-1,9
	TA/FA4	JOY	0,8	10			8,0	4,1	0,0	2920,0	0,0	-1,9
	TA2	KÅLLARE	0,1	24	0,5		2,4	1,2	-45,7	876,0	438,0	352,3
	FF1	TOALETTER	0,8	24	0		19,2	9,9	0,0	7008,0	0,0	-1,9
	FF2	TOALETTER	0,8	24	0		19,2	9,9	0,0	7008,0	0,0	-1,9
	FF3	HISSMASKINRUM	0,2	24	0		4,8	2,5	0,0	1752,0	0,0	-1,9
	FF-UC	UC	0,2	24	0		4,8	2,5	0,0	1752,0	0,0	-1,9

Belysning mm	FF-5	GLASHUS	0,2	24	0		4,8	2,5	0,0	1752,0	0,0	-1,9
	FF	TRAPPHUS	0,6	24	0		14,4	7,4	0,0	5256,0	0,0	-1,9
	KM	KYLMASKIN	3	4,9	0		14,7	7,6	0,0	5365,5	0,0	-1,9
	VVC-PUMP	PUMP	0,15	24	0,5		3,6	1,9	-44,6	1314,0	657,0	352,3
	RADIATORPUMP	PUMP	0,7	24	0,5		16,8	8,7	-32,1	6132,0	3066,0	352,3
							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				13,73				194,1	100,0	0,0	70846,5	10293,0

Systemkategori	Systemnamn	Notering	U-värde w/m2xgrad	rums- temp	medel utetemp area m2	Omräkning kwh per dygn	% av totala	Värde Kr /tim	kwh per m2 byggyta (per år)		Värde Kr /tim		
									Kwh/ år				
Uppvärmning	Golv	kall golvyta	0,2	19	6	655	40,9	14,8	-0,73	0,4	14918	960,54	
	Vägg		0,3	19	6	586,8	54,9	19,9	0,10	0,5	20047	975,29	
	Tak		0,3	19	6	624	58,4	21,2	0,31	0,5	21318	975,29	
	Fönster och dörr		2,5	19	6	156,2	121,8	44,1	3,77	1,1	44470	1001,24	
					0	0	0	0	0,00	0	0%	0,00	
	Glaskupol vägg	väggen räknas ej som yttervägg pga att den är under tak.		0	0	297,35	0	0	0,00	0	0%	0,00	
	Glaskupolfönster	fönster "-"		0	0	67,2	0	0	0,00	0	0%	0,00	
	total golvarea			0	0	3372	0	0	0,00	0	0%	0,00	
	golvarea utan källare	*kwh/m2*år räknas ut på denna arean		0	0	2748	0	0	0,00	0	0%	0,00	
	källararea			0	0	624	0	0	0,00	0	0%	0,00	
Latent värme	Grattisvärme från fastighetselberäkning		0	0	0	0	0	0,00	0	-10293	0,00		
			0	0	0	0	0	0,00	0	0%	0,00		
Uppvärmning						276,0	100	0,00		2	90461	901,85	
Systemkategori	Systemnamn	Systembetjäning	Flöde (l/s)			Temp fram	Temp retur	Drift h/dygn	Omräkn kWh/dygn	Värde Kr /år	Värde Kr /tim	Värde Kr /dygn	Värde Kr /tim
Varmvatten	VVC	VVC	0,042	45	55	16	42,13	15379,06	1,76	42,13	15379	1,76	
	Varmvattenförbrukning		0,00257	10	55	24	11,60	4658,21	0,48	11,60	4235	0,48	

Varmvatten		S:a Varmvatten					53,74	20037	2,24	19984	19614	2,24
<b>Systemkategori</b>	<b>Systemnamn</b>											
	<b>Sort eller enhet</b>		<b>Verkningsgrad (%)</b>	<b>Förbruk.per år</b>	<b>Kostn/ co2, kg per enh co2/kwh</b>	<b>kg</b>	<b>Nettoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Bruttoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>	<b>Co2/ton per år</b>	<b>kg co2/m2</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>
Tillförd Energi 2005	Olja (1m3 = 10000kwh)	m3	75	0	11000	0,274	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Gas (1 Nm3=10,8kwh)	nm3	90	0	10	0,203	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	EI (1 kWh=1kWh)	kwh	100	64106	1,1	0,091	64106	64 106	1,6	5,83	0,14	#####
	Fjv (1kwh=1kwh)	kwh	100	225326	0,8	0,109	225326	225 326	5,5	24,56	0,60	#####
	Pellets (4,8kwh/kg)	kg	80	0	1,5	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Ved,25% (1200kwh/m3)	m3	75	0	0,25	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
Tillförd Energi		S:a Tillförd energi					289432	289432	7,01	30,39	1	#####





Ventilation	FF2	TOALETTER	150	16	FA	0	150	100		33	10512	
											0	
	FF3	HISSMASKINRUM	50	16	FA	0	50	33		33	3504	
											0	
	FF-UC	UC	50	16	FA	0	50	33		33	3504	
											0	
	FF-5	GLASHUS	50	16	FA	0	50	33		33	3504	
											0	
	FF	TRAPPHUS SÖDERGATAN	150	16	FA	0	150	100		33	10512	
	Summa:		4100			70,7317	1200	650	0,00	84	68328	103,17

Systemkategor i	Systemnamn	Systembetjäning	Ansl.eff kw	Drift h/dygn	Återgår till Uppv	Typ (Kwh/ dygn)	Omräkn		Värde Kr /tim	Kwh/ år	Värde Kr /tim	
							% av totala					
Summering	Belysning	Allmän+hiss	1,2	12	0,5		14,4	9,5	-7,4	5256,0	2628,0	274,8
							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	TFA1	FERRING	1,8	10	0		18,0	11,9	0,0	6570,0	0,0	-1,5
	TFA2	INDISKA	1,98	10	0		19,8	13,1	0,0	7227,0	0,0	-1,5
	TFA3	FERRING	1	10	0		10,0	6,6	0,0	3650,0	0,0	-1,5
	TA/FA4	JOY	0,8	10			8,0	5,3	0,0	2920,0	0,0	-1,5
	TA2	KÄLLARE	0,9	16	0		14,4	9,5	0,0	5256,0	0,0	-1,5
	FF1	TOALETTER	0,8	16	0		12,8	8,5	0,0	4672,0	0,0	-1,5
	FF2	TOALETTER	0,8	16	0		12,8	8,5	0,0	4672,0	0,0	-1,5
	FF3	HISMASKINRUM	0,2	16	0		3,2	2,1	0,0	1168,0	0,0	-1,5
	FF-UC	UC	0,2	16	0		3,2	2,1	0,0	1168,0	0,0	-1,5

Belysning mm	FF-5	GLASHUS	0,2	16	0		3,2	2,1	0,0	1168,0	0,0	-1,5
	FF	TRAPPHUS	0,6	14	0		8,4	5,5	0,0	3066,0	0,0	-1,5
	KM	KYLMASKIN	3	4,9	0		14,7	9,7	0,0	5365,5	0,0	-1,5
	VVC-PUMP	PUMP	0,15	10	0,5		1,5	1,0	-18,3	547,5	273,8	274,8
	RADIATORPUMP	PUMP	0,7	10	0,5		7,0	4,6	-12,2	2555,0	1277,5	274,8
							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				14,33				151,4	100,0	0,0	55261,0	4179,3

Systemkategori	Systemnamn	Notering	U-värde w/m2xgrad	rums- temp	medel utetemp area m2	Omräkning kWh per dygn	% av totala	Värde Kr /tim	kwh per m2 byggyta (per år)	Kwh/ år	Värde Kr /tim	
Uppvärmning	Golv	kall golvarea	0,2	19	6	655	40,9	14,8	-0,73	0,4	14918	960,54
	Vägg		0,3	19	6	586,8	54,9	19,9	0,10	0,5	20047	975,29
	Tak		0,3	19	6	624	58,4	21,2	0,31	0,5	21318	975,29
	Fönster och dörr		2,5	19	6	156,2	121,8	44,1	3,77	1,1	44470	1001,24
				0	0	0	0	0	0,00	0	0%	0,00
	Glaskupol vägg	väggen räknas ej som yttervägg pga att den är under tak.		0	0	297,35	0	0	0,00	0	0%	0,00
	Glaskupolfönster	fönster "-"		0	0	67,2	0	0	0,00	0	0%	0,00
	total golvarea			0	0	3372	0	0	0,00	0	0%	0,00
	golvarea utan källare			0	0	2748	0	0	0,00	0	0%	0,00
	källararea			0	0	624	0	0	0,00	0	0%	0,00
	Latent värme	Grattisvärme från fastighetselberäkning		0	0	0	0	0	0,00	0	-4179	0,00
				0	0	0	0	0	0,00	0	0%	0,00
Uppvärmning						276,0	100	0,00	2	96575	962,99	
Systemkategori	Systemnamn	Systembetjäning	Temp fram	Temp retur	Drift h/dygn	Omräkn kWh/dygn	Värde Kr /år	Värde Kr /tim	Värde Kr /dygn	Kwh/ år	Värde Kr /tim	
			Flöde (l/s)									
Varmvatten	VVC	VVC	0,042	45	55	16	42,13	15379,06	1,76	42,13	15379	1,76
	Varmvattenförbrukning		0,00257	10	55	24	11,60	4658,21	0,48	11,60	4235	0,48

Varmvatten		S:a Varmvatten					53,74	20037	2,24	19984	19614	2,24
<b>Systemkategori</b>	<b>Systemnamn</b>											
	<b>Sort eller enhet</b>		<b>Verkningsgrad (%)</b>	<b>Förbruk.per år</b>	<b>Kostn/ co2, kg per enh co2/kwh</b>	<b>kg</b>	<b>Nettoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Bruttoföbr.per år (kwh)</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>	<b>Co2/ton per år</b>	<b>kg co2/m2</b>	<b>Brutto kwh/m2</b>
Tillförd Energi 2005	Olja (1m3 = 10000kwh)	m3	75	0	11000	0,274	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Gas (1 Nm3=10,8kwh)	nm3	90	0	10	0,203	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	EI (1 kWh=1kWh)	kwh	100	50000	1,1	0,091	50000	50 000	1,2	4,55	0,11	#####
	Fjv (1kwh=1kwh)	kwh	100	160000	0,8	0,109	160000	160 000	3,9	17,44	0,42	#####
	Pellets (4,8kwh/kg)	kg	80	0	1,5	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
	Ved,25% (1200kwh/m3)	m3	75	0	0,25	0	0	0	0,0	0,00	0,00	#####
Tillförd Energi		S:a Tillförd energi					210000	210000	5,09	21,99	1	#####