

# **Energieffektivisering av miljonprogrammet**

**En studie av Grönkullagatan**



**LUNDS  
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggnadsvetenskap**

Examensarbete:  
Daniel Edh  
Douglas Sjögren

© Copyright Daniel Edh, Douglas Sjögren

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

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

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2009

## Sammanfattning

De byggnader som uppfördes som en del av miljonprogrammet har idag stått färdiga i cirka 40 år. Under 40 år sker mycket slitage på byggnader. Det är därför nu aktuellt att renovera dessa områden om de även i fortsättningen ska erbjuda en god bostad åt hundratusentals invånare. Miljonprogramområdena är inte bara nedgångna, de lider även av hög energikonsumtion till följd av undermålig isolering och i somliga fall icke effektiva uppvärmningssystem. Att utföra renovering och energieffektivisering av fastigheterna var för sig är mycket kostsamt men om detta utförs samtidigt möjliggörs stora besparingar.

AB Helsingborgshem äger och förvaltar bostadsområdet längs Grönkullagatan i Helsingborg. Är dessa fastigheter i likhet med många andra bostadsområden uppförda under miljonåren, i stort behov av upprustning. I samband med detta genomförs lämpligen även en energieffektivisering av byggnaderna. I detta arbete presenteras, jämförs och rekommenderas förslag på energieffektiviserande åtgärder som kan utföras i samband med en renovering av Grönkullagatan 1. Förhoppningsvis kan rekommendationerna stå grund för AB Helsingborgshems framtida val av åtgärder vid eventuell renovering av fastigheterna.

I datorprogrammet Isover Energi 2 har en modell av Grönkullagatan 1 gjorts, utifrån denna har byggnadens nuvarande energiförbrukning bestämts. Modellen baserades på studier av ritningar, litteratur om vanligt förekommande konstruktionstyper under miljonprogrammet, studiebesök på bostadsområdet, samtal med fastighetsskötare på området och en tidigare av WSP framställd energianalys av bostadsområdet. Förslagen för de energieffektiviserande åtgärderna baseras på faktainsamling om moderna konstruktioner, uppvärmnings- och besparingssystem. Tidigare gjorda omfattande energieffektiviseringar av byggnader har också studerats. Information har hämtats ifrån Helsingborgs stadsbibliotek, Lunds Universitetsbibliotek, Internet och för arbetet relevanta företag. Hänsyn har även tagits till regler och lagar som berör renovering och energieffektivisering av fastigheter.

För att kunna ge konkreta förslag på vilka energieffektiviserande åtgärder som bör genomföras krävs en mer omfattande undersökning av byggnadernas skick och dess uppvärmningssystem. Alternativen till förbättringar är många och lönsamheten är starkt beroende av hur stora kostnader som kan kvitteras mot redan nödvändiga åtgärder. Vad som även är starkt avgörande är de rådande energipriserna. Ökande energipriser resulterar självfallet även i ökade uppvärmningskostnader. Dyrare energipriser motiverar med andra ord större investeringar i energieffektiviserande åtgärder.

Då det gäller tilläggsisolering av byggnadens klimatskal är lönsamheten mycket låg om inget behov av renovering av dessa byggnadsdelar är nödvändigt. Gällanden installation av solfångare, anser vi att fjärrvärmens låga pris i samband med att det befintliga uppvärmningssystemet inte behöver bytas ut, gör det svårt att ur ett ekonomiskt perspektiv att installera.

Åtgärder som installation av värmeåtervinnande ventilationssystem och prognosstyrning kräver inte, så kostsamma ingrepp i byggnaden, de resulterar ändå i stora besparingar av energikonsumtionen. Dessa system hade kunnat vara lönsamma även om inget behov av renovering förelåg.

Då byggnaderna längs Grönkullagatan är i stort behov av renovering så anser vi att många av de mer omfattande energieffektiviserande åtgärder bör vara rimliga att utföra. Men renoveringens omfattning är avgörande för vilka lösningar som ger högst avkastning.

Nyckelord: Miljonprogram; energieffektivisering; renovering; solfångare; FTX-system; FVP-system; tilläggsisolering; värmestyrning; individuell vattenmätning; individuell värmemätning; resurseffektiva kranar.

## Abstract

In the 1960:s the Swedish government approved a decision that led to the construction of about one million households during the years 1965-1975. Today these buildings are both deprived and suffer from high energy consumption. To address these problems individually is very expensive. If it instead is done simultaneously substantial savings can be made.

The company *AB Helsingborgshem* owns and manages a housing community along Grönkullagatan in Helsingborg. These properties are, like many others built during the sixties in great need of renovation. Simultaneously with the renovation it is wise to take measures to make the buildings more energy efficient. In this report proposals for such actions are presented, compared and recommended.

A model of *Grönkullagatan 1* has been made in the computer program Isover Energy 2, the buildings current energy consumption has been calculated based on this model. The proposed measures have been based on vast studies of relevant literature and earlier renovated objects. Rules and laws concerning renovation and energy efficiency of buildings have also been taken for account.

In order to provide concrete proposals on which energy efficiency measures should be implemented, a more comprehensive survey of the building is necessary. The options for energy efficiency measures are many and profitability is highly dependent on how much costs can be spread out on already necessary renovations and upgrades. The energy prices also determine the immense of energy efficiency measures that are profitable. If the energy price increases a greater investment could be profitable.

The buildings along Grönkullagatan are in great need of renovation. We believe that many of the more comprehensive energy efficiency measures should be reasonable to conduct. However the extent of the renovation determines which combination of measures that delivers the best return.

Keywords: energy efficiency; solar thermal-system; additional insulation; thermal control; individual water metering; individual heat metering; resource efficient taps; forecast management; supply and exhaust ventilation system.

## Förord

Denna rapport är resultatet av det examensarbete som avslutar högskoleingenjörsutbildningen Byggteknik med arkitektur vid LTH, Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg. Examensarbetet omfattar 22,5 högskolepoäng och har under våren 2009 utförts på avdelningen för Byggnadsvetenskap i samarbete med AB Helsingborgshem.

Vi vill rikta ett stort tack till vår examinator Lars Sentler, avdelningen för Byggnadsvetenskap vid LTH för den tid han har tagit sig för att bistå oss. Vi tackar också vår handledare John Nielsen, Teknisk chef på AB Helsingborgshem samt hans kollegor för att de tagit sig tid och försett oss med ritningar, energianalys, tillgänglighet till bostadsområdet och svar på frågor i den utsträckning de haft möjlighet att svara på dessa. Era bidrag har alla varit viktiga för färdigställandet av detta arbete.

Helsingborg, Maj 2009

Daniel Edh

Douglas Sjögren

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Problem</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Mål</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Omfattning och avgränsningar</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Målgrupp</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Metod och genomförande</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Litteraturstudie</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Kontakter</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3 Studiebesök</b> .....	<b>4</b>
<b>2.4 Beräkningar</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Fallstudie</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 Beaktande av lagar och regler</b> .....	<b>5</b>
3.1.1.1 9:12 Definitioner .....	5
3.1.1.2 9:2 Bostäder .....	6
<b>3.2 Helsingborgshem</b> .....	<b>7</b>
<b>3.3 Miljonprogrammet</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Konstruktion</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1 Grund och källare</b> .....	<b>8</b>
4.1.1 Förslag till tilläggsisolering av grund och källare .....	9
4.1.1.1 Invändig tilläggsisolering av källarbjälklag .....	10
4.1.1.2 Invändig tilläggsisolering av grundplattan och mark.....	11
4.1.1.3 Invändig tilläggsisolering av källarväggar .....	12
4.1.1.4 Utvändig tilläggsisolering av källarväggar .....	13
4.1.2 Diskussion .....	14
<b>4.2 Ytterväggar</b> .....	<b>14</b>
4.2.1 Förslag till tilläggsisolering av ytterväggar .....	17
4.2.1.1 Invändig tilläggsisolering .....	17
4.2.1.2 Utvändig tilläggsisolering .....	18
4.2.2 Förslag till balkongåtgärd .....	20
4.2.3 Diskussion .....	20
<b>4.3 Fönster och dörrar</b> .....	<b>21</b>
4.3.1 Förslag till nya fönster .....	21
4.3.2 Förslag till nya dörrar .....	22
4.3.3 Diskussion .....	22
<b>4.4 Tak</b> .....	<b>22</b>
4.4.1 Förslag till tilläggsisolering av tak .....	23
4.4.1.1 Invändig tilläggsisolering av tak .....	24
4.4.1.2 Insprutning av lösull i tak .....	24
4.4.1.3 Cellplast ersätter det uppstolpade taket .....	25

4.4.1.4	<i>DUO-tak</i> .....	26
4.4.1.5	<i>Omvänt tak</i> .....	26
4.4.1.6	<i>Kombination</i> .....	27
4.4.2	Diskussion.....	27
<b>5</b>	<b>Uppvärmningssystem</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Solfångare</b> .....	<b>28</b>
5.1.1	Solenergi historiskt.....	29
5.1.2	Plana Solfångare.....	29
5.1.3	Vakuumsolfångare.....	30
5.1.4	Placering.....	30
5.1.5	Dimensionering.....	31
5.1.6	Värmelager.....	32
5.1.7	Bidrag.....	32
5.1.8	Undersökning Grönkullagatan 1.....	33
5.1.8.1	<i>Läge</i> .....	33
5.1.8.2	<i>Befintlig undercentral</i> .....	34
5.1.9	Lämplig area för montage av solfångare.....	34
5.1.10	Dimensionering av solsystem på Grönkullagatan 1.....	35
5.1.10.1	<i>Solfångararea</i> .....	35
5.1.10.2	<i>Bidrag</i> .....	36
5.1.11	Värmeförluster.....	36
5.1.11.1	<i>Rör</i> .....	36
5.1.11.2	<i>Akkumulatortank</i> .....	36
5.1.12	Kostnad solfångaranläggning.....	37
5.1.12.1	<i>Kostnad för solfångare</i> .....	37
5.1.12.2	<i>Kostnad för installation och underhåll</i> .....	37
5.1.13	Energibesparing (exklusive installation och underhåll) ...	37
5.1.14	Diskussion.....	38
<b>5.2</b>	<b>Ventilation</b> .....	<b>38</b>
5.2.1	Befintlig ventilation.....	38
5.2.2	System med värmeåtervinning.....	39
5.2.2.1	<i>Frånluftventilation med värmepump, Typ FVP</i> .....	39
5.2.2.2	<i>Till- och frånluftventilation med värmeväxling, Typ FTX</i> .....	39
<b>5.3</b>	<b>Ventilationssystem för Grönkullagatan 1</b> .....	<b>40</b>
5.3.1	Besparingspotential med ett FTX-system.....	40
5.3.2	Besparingspotential med ett FVP-system.....	41
5.3.2.1	<i>Värmepump</i> .....	41
5.3.3	Diskussion.....	42
<b>6</b>	<b>Besparingsystem</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1</b>	<b>Resurseffektiva blandare</b> .....	<b>42</b>
6.1.1	Sparstrålsamlare.....	42



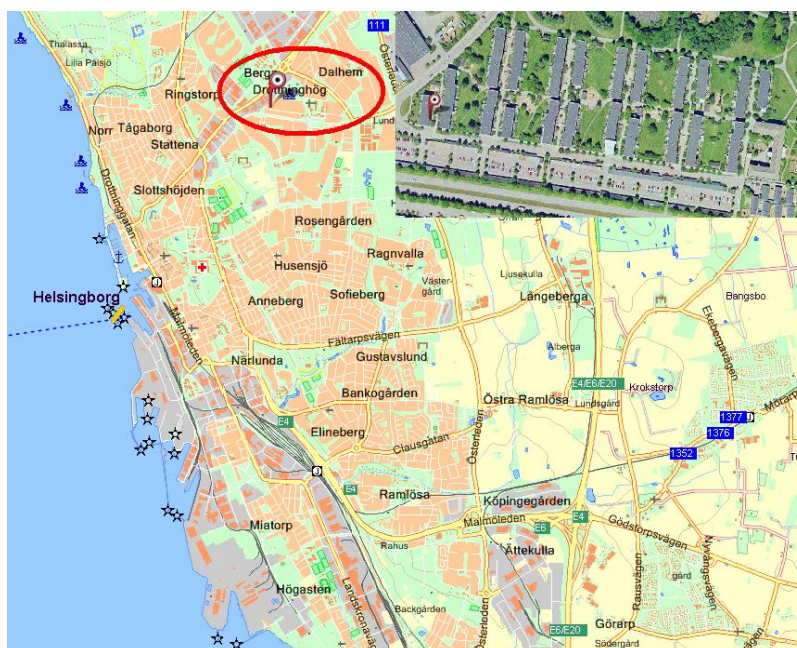
6.1.2 Resurseffektiva kranar .....	43
6.1.3 Besparingspotential för resurseffektiva blandare .....	43
<b>6.2 Individuella vatten- och värmemätare .....</b>	<b>43</b>
6.2.1 Metoder för mätning av värme och tappvarmvatten .....	44
6.2.1.1 Värmemängdsmätning .....	44
6.2.1.2 Radiatormätning .....	44
6.2.1.3 Mätning av rumstemperatur .....	45
6.2.1.4 Mätning av tappvarmvattenförbrukning .....	45
6.2.2 Kostnader .....	45
6.2.3 Besparingspotential för individuella vattenmätare .....	45
6.2.4 Besparingspotential för individuella värmemätare .....	45
6.2.5 Besparingspotential för Grönkullagatan 1 .....	46
6.2.6 Diskussion .....	46
<b>6.3 Värmestyrning .....</b>	<b>46</b>
6.3.1 Befintligt system .....	46
6.3.2 Hur fungerar väderprognosstyrning .....	46
6.3.3 Besparingspotential väderprognosstyrning .....	47
6.3.4 Diskussion .....	48
<b>7 Slutsats .....</b>	<b>48</b>
<b>8 Referenser .....</b>	<b>51</b>
<b>9 Bilagor .....</b>	<b>53</b>
9.1 Bilaga 1 – Frånluftsvärmepump .....	53
9.2 Bilaga 2 – Prognosstyrning .....	54



# 1 Inledning

I en allt mer miljömedveten värld ökar den mänskliga medvetenheten om den påverkan vi har på vår planet. Önskan om att minska våra ekologiska fotspår och de kostnader som en hög energikonsumtion innebär, medför att mycket tid och pengar läggs på forskning om energibesparande metoder, detta gäller alla branscher.

Idag står bostäderna för ca.40 % av Sveriges energikonsumtion, en siffra som bör kunna vara lägre då det i Sverige finns många fastigheter med undermåliga klimatskärmar och som använder omoderna och ineffektiva uppvärmningssystem.<sup>1</sup> Många av flerbostadshusen som är byggda under 1960- och 1970-talet har i nuvarande tappning snart tjänat ut sin rätt. Stora delar av detta bestånd av flerbostadshus kommer inom de närmaste decennierna att renoveras och i samband med detta är det även lämpligt att modernisera byggnaderna och anpassa dem till 2000-talets krav.



*Orientering (Eniro 2009)*

En genomgripande renovering och upprustning av områdena kan komma att bli kostsamt. Investeringen som en omfattande upprustning innebär skulle dock kunna motiveras genom billigare underhåll och driftkostnader, men även av höjda hyresavgifter. Då miljonprogrammet pågick byggdes ofta stora bostadsområden upp i städernas utkanter. Under årens gång har städerna expanderat och många miljonprogramområden ligger inte längre lika avsides som tidigare. Detta är fallet med området längs Grönkullagatan, en

---

<sup>1</sup> Hall (1999)

hyreshöjning kan därför troligen genomföras utan risk för att lägenheter blir stående outhyrda.

## **1.1 Problem**

Majoriteten av de bostäder som byggdes under miljonprogrammet är idag i stort behov av en genomgripande renovering för att även i fortsättningen hålla en hög boendestandard. Merparten av byggnaderna lider av hög energiförbrukning på grund av undermåliga klimatskal, orsaken till detta är det låga energipriset som rådde då byggnaderna konstruerades. Då energieffektivisering av klimatskalet är en kostsam ombyggnad är det aktuellt att genomföra denna i samband med den stundande renoveringen. Beroende på hur omfattande renoveringsarbetet med byggnaderna blir kan olika energieffektiviserande åtgärder vara aktuella. Hur stor inverkan åtgärderna har på byggnadens visuella uttryck samt hur stora besparingar som kan göras som en följd av dessa är också starkt bidragande till vilka åtgärder som i slutändan genomförs. Byggnadslovsnämnden har i denna fråga mycket att säga till om. I somliga fall kommer deras beslut att vara helt avgörande om hela områden ska renoveras eller om de istället ska jämnas med marken och ersättas med nya bostäder.

Vid renovering av bostadsområdena kan byggnadslovsnämndens beslut angående förändringar av det visuella uttrycket komma att avgöra vilka förändringar som görs, t.ex. kan all tilläggsisolering komma att ske invändigt om byggnadernas visuella uttryck helt ska bevaras.

## **1.2 Syfte**

Helsingborgshem äger fastigheter i området Drottninghög i Helsingborg. Dessa fastigheter är uppförda mellan 1966 och 1969 och en framtida renovering är planerad inom ett par år. Syftet med denna rapport är att inför den framtida renoveringen lämna förslag till hur fastigheterna längs Grönkullagatan lämpligast energieffektiviseras för att uppfylla nuvarande krav.

## **1.3 Mål**

De utifrån syftet uppsatta målen för examensarbetet är:

- 1) Att producera åtgärdsförslag till hur energieffektivisering av Grönkullagatan 1 kan genomföras i samband med renovering.
- 2) Att jämföra olika energieffektiviseringsåtgärder med avseende på ekonomi och effektivitet.

- 3) Att genom denna rapport lämna ett rekommenderat åtgärdsförslag till Helsingborgshem.

## **1.4 Omfattning och avgränsningar**

Då en totalrenovering kommer att genomföras räknar vi med att byggnadens livscykel börjar om på nytt. Samma avskrivningstid gäller därför i detta fall som om en nybyggnation hade ägt rum.

Rapporten omfattar endast den hustyp som finns längs Grönkullagatan i Helsingborg, nämligen treplans lamellhus med betongstomme. Rapporten behandlar bara åtgärder som har med energiaspekter att göra.

## **1.5 Målgrupp**

Målgruppen för detta arbete är i första hand Helsingborgshem.

Förhoppningsvis ska rapporten kunna stå som grund för renovering av området då denna blir aktuell. Utöver detta bör arbetet kunna vara av intresse för aktörer i fastighets- och byggnadsbranschen.

## **2 Metod och genomförande**

### **2.1 Litteraturstudie**

Med ritningarna som grund har försök att fastslå byggnadernas konstruktions typ gjorts. Då ritningarna har varit undermåliga har antaganden gjorts baserade på litteraturstudier om lamellhus och miljonprogrammet.

Förslag på energieffektiviserande åtgärder har gjorts efter faktainsamling om moderna konstruktioner, uppvärmnings- och besparingssystem. Tidigare gjorda omfattande energieffektiviseringar av byggnader har också studerats. Information har hämtats ifrån Helsingborgs stadsbibliotek, Lunds Universitetsbibliotek och Internet.

De regler och lagar som är relevanta för ombyggnaden och energieffektiviseringen har studerats. För att säkerhetsställa att aktuell information skulle användas har insamlingen av denna gjorts främst från Internet.

### **2.2 Kontakter**

Innan arbetet påbörjades diskuterades arbetets mål och omfattning fram i samråd med John Nielsen, teknisk chef på AB Helsingborgshem och Lars Sentler, professor vid LTH, ingenjörshögskolan.

Genom J. Nielsen har vi kunnat ta del av en energianalys framtagen av WSP på uppdrag av AB Helsingborgshem. J. Nielsen har även satt oss i kontakt med Georg Herman, projektansvarig och Anto Čačija, fastighetsvärd. båda på Helsingborgshem. G. Herman har assisterat oss genom att förmedla de, för arbetet aktuella ritningar (A- och I-ritningar) som fanns i Helsingborgshems arkiv. De K-ritningar som kunde lokaliseras införskaffades vid ett besök på stadsbyggnadshuset. A. Čačija har vid flertalet tillfällen varit oss behjälplig genom att svara på frågor om byggnadernas skick och konstruktion då ritningarna visat sig vara bristande. J.Nielsen och A. Čačija har även guidat oss genom bostadsområdet och givit oss tillträde till såväl källarutrymmen och en lägenhet i en av byggnaderna.

Kontakt har tagits med flertalet företag. Värmepumptillverkaren Nibe har bistått oss med information om hur värmepumpsystem dimensioneras. Elektro Relä AB har svarat på frågor angående prognosstyrning och EKM kontroll AB har lämnat ut information om FTX-system. En dialog har även hållits med Öresundskraft befattande deras ställningstagande till alternativa uppvärmningssystem.

## 2.3 Studiebesök

Vid ett par tillfällen har besök gjorts på området. Vid det första tillfället i sällskap med J. Nilsen och A. Čačija. Dessa båda visade oss runt på området och svarade på frågor efter bästa förmåga. Besök i källarutrymmen, kryppgrund, trapphus samt i en lägenhet har gjorts. Vid senare tillfällen har området bl.a. besökts för att fotografera och vid ett tillfälle även för att mäta fönsterkarmarnas ytterdimensioner.

## 2.4 Beräkningar

Flertalet, av oss gjorda slutsatser baseras på hur effektiva åtgärderna är ur energisynpunkt. För några slutsatser måste vi således beräkna värmegenomgångskoefficienten (U-värde) för olika konstruktionstyper. Till de flesta energiberäkningarna har datorprogrammet Isover Energi 2 använts. Programmet genomför beräkningar enligt bilaga 3.

Som utgångsläge för besparingsåtgärderna har en modell (bilaga 4) av Grönkullagatan 1 gjorts i programmet Isover Energi 2. Modellen är baserad på ritningar, energianalysen<sup>65</sup> och antaganden som bedömts som troliga, detta gäller både dimensioner och konstruktionstyper. Utifrån denna

---

<sup>65</sup> Johansson (2007)

ursprungsmodell kan sedan ändringar göras för att bestämma hur stora energibesparingarna blir till följd av den specifika ändringen.

Användandet av Isover Energi 2 har dessvärre resulterat i en begränsning av uträkningarna, de olika typer av köldbryggor som programmet kan beräkna är få till antalet och inte särskilt väl anpassade till den konstruktion som Grönkullagatan 1 är uppförd efter. De beräknade energibesparingarna är således inte korrekta utan istället ungefärliga värden som anses troliga.

## 3 Fallstudie

### 3.1 Beaktande av lagar och regler

Vilka regler som gäller vid en renovering av en byggnad beror på i vilken grad byggnaden modifieras. BVF (Byggnadsverksförordningen) och BVL (Byggnadsverkslagen) gäller vid tillbyggnad eller annan ändring. BBR (Boverkets byggregler) gäller endast då ändringarna ökar byggnadens volym.<sup>2</sup>

Vi kommer i arbetet att redovisa förslag till energieffektivisering av byggnaden som i vissa fall kommer att förändra byggnadens volym och i andra fall lämna volymen intakt.

#### 3.1.1.1 9:12 Definitioner

Vidare följer utdrag om regler från BBR 2008, supplement avsnitt 9 energihushållning. Hänsyn till dessa regler har tagits under arbetets gång. Definitioner av vad som inräknas i energianalysen av byggnaden är följande:

Af:

Sammanlagd area för fönster, dörrar, portar och dylikt (m<sup>2</sup>), beräknad med karmyttermått.

Atemp:

Arean av samtliga våningsplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10°C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

---

<sup>2</sup> BBR (2008)

### Byggnadens energianvändning:

Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, kyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Om golvvärme, handdukstork eller annan apparat för uppvärmning installeras, inräknas även dess energianvändning.

### Byggnadens fastighetsenergi:

Den del av fastighetselen som är relaterad till byggnadens behov där den elanvändande apparaten finns inom, under eller anbringad på utsidan av byggnaden. I denna ingår fast belysning i allmänna utrymmen och driftsutrymmen. Dessutom ingår energi som används i värmekablar, pumpar, fläktar, motorer, styr- och övervakningsutrustning och dylikt. Även externt lokalt placerad apparat som försörjer byggnaden, exempelvis pumpar och fläktar för frikyla, inräknas. Apparater avsedda för annan användning än för byggnaden, exempelvis motor- och kupevärmare för fordon, batteriladdare för extern användare, belysning i trädgård och gångstråk, inräknas inte.

### Byggnadens specifika energianvändning:

Byggnadens energianvändning fördelat på  $A_{temp}$  uttryckt i kWh/m<sup>2</sup> och år. Hushållsenergi inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

### Elvärme:

Uppvärmningssättet räknas som eluppvärmt om den minst har en installerad effekt på 10 W/m<sup>2</sup> ( $A_{temp}$ ).

#### **3.1.1.2 9:2 Bostäder**

Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme får max ha en specifik energianvändning (kWh/m<sup>2</sup>  $A_{temp}$  och år) om 110 för klimatzon III.

Den högsta genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten ( $U_m$ ) får för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden inte överskrida 0.50 W/m<sup>2</sup>K.

Bostäder med elvärme har strängare krav. Dessa får maximalt ha en specifik energianvändning (kWh/m<sup>2</sup>  $A_{temp}$  och år) om 55 för klimatzon III.

Den högsta genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten ( $U_m$ ) får för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden inte överskrida 0.40 W/m<sup>2</sup>k



Byggnadens specifika energianvändning får reduceras med energi från solfångare eller solceller placerade på huvudbyggnaden, uthus eller byggnadens tomt, i den omfattning byggnaden kan tillgodogöra sig energin.

### 3.2 Helsingborgshem

Företaget AB Helsingborgshem bildades 1946 till följd av ett bostadspolitiskt vägval som togs av Sveriges riksdag i mitten av 1940-talet. Beslutet fastslog att alla i samhället hade lika stort ansvar för bostadsförsörjningen. Riksdagens beslut resulterade i att många kommuner bildade allmännyttiga bostadsbolag med mål att kunna erbjuda alla en god bostad. De kommunala bostadsföretagen har som uppdrag att bygga och förvalta utan ett enskilt vinstintresse. De strävar efter att hålla låga hyresavgifter och motverka fastighetsspekulationer. De ska också kunna erbjuda alla en bostad, oavsett eventuella handikapp eller specialbehov. AB Helsingborgshem har alltid varit en viktig del av Helsingborgs stads utveckling. Genom sin inblandning främjar bolaget stadens medborgare och näringsliv liksom staden själv, då det bidrar till stadens tillväxt och utveckling. I Helsingborg bor idag ca. 125 000 invånare, Helsingborgshem förser ca. 21 500 av dess invånare med boende. Utöver detta förvaltar bolaget även 27 stycken förskolor och fyra stycken vårdboenden samt en hel del andra lokaler. Då staden ännu växer och inte visar några tecken på att upphöra med detta så kommer Helsingborgshem troligen ännu en lång tid framöver att ha en viktig uppgift att fylla.<sup>3</sup>

### 3.3 Miljonprogrammet

Efter andra världskrigets slut och fram till 60-talet skedde en kraftig ekonomisk tillväxt i Sverige. Till följd av detta började folk efterfråga fler och nyare lägenheter med bättre boendestandard. År 1945 disponerade ett fyrapersonshushåll i genomsnitt två rum och kök. Tjugo år senare, disponerade ett lika stort hushåll istället över tre rum och kök.<sup>4</sup> En snabb urbanisering som koncentrerade befolkningen till storstäderna samtidigt med en stor arbetskraftsinvandring och stora barnkullar spädde ytterligare på bostadsproblemen.<sup>5</sup>

År 1965 antog riksdagen målet att färdigställa en miljon nya bostäder mellan åren 1965-1975 för att lösa bostadsbristen. Detta kom att kallas miljonprogrammet och den höga produktions takten skulle möjliggöras genom industrialiserat byggande där prefabricering och standardisering skulle gynnas

---

<sup>3</sup> Internet AB Helsingborgshem (2009)

<sup>4</sup> Lundahl (1992)

<sup>5</sup> Hall (1999)

genom statligt stöd.<sup>6</sup> Då kraven på effektivitet i byggandet var mycket högt ställda gick AB Helsingborgshem under den här tiden in som delägare i Helsingborgs Byggelementfabrik. Detta var ett sätt för Helsingborgshem att säkerhetsställa att leveranserna av prefabricerade betongelement till de egna byggena skulle fortlöpa som planerat.<sup>7</sup>

Mellan åren 1961 och 1975 byggdes över 900 000 lägenheter bara i flerfamiljshus. Målet med miljonprogrammet var att lösa bostadsbristen och dessutom att öka den genomsnittliga lägenhetsstorleken och utrustningsstandarden.<sup>8</sup> Ungefär en sjättedel av landets befolkning bor idag i flerfamiljshus från rekordåren. (Rekordåren, en epok i svenskt bostadsbyggande) En stor del av det bostadsbestånd som är uppfört under de här åren är idag i behov av omfattande upprustning. Då antalet bostäder är mycket stort är upprustningsarbetet en av de stora kommande uppgifterna för dess förvaltare och mycket tid och arbete kommer att spenderas på att lösa uppgiften på bästa sätt.

## 4 Konstruktion

Byggnaderna längs Grönkullagatan är byggda under 1960-talets slut. De ritningar som inför detta arbete har lokaliserats, har inte varit fullständiga och alla konstruktioner är av denna anledning inte kända av författarna. Antagningar och generaliseringar har i viss mån gjorts, detta bör dock ha begränsad inverkan på resultatet då förslagen till den nya konstruktionen av byggnaden är av större intresse än det befintliga utförandet.

### 4.1 Grund och källare

Grönkullagatan 1 består av två trappuppgångar. De båda huskropparna är näst intill identiska, medan dess grundläggning skiljer sig åt. Under Grönkullagatan 1a finns en ouppvärmad källare med tvättstuga, torkrum, fjärrvärmecentral samt förrådsutrymmen till byggnadens samtliga lägenheter. Under Grönkullagatan 1b finns däremot endast en uteluftventilerad krypgrund. Varianterna på grundens och väggarnas konstruktion är många. Vi har dock valt att utgå ifrån att krypgrunden och källaren är av följande konstruktion:

Källargolvet består av en 150 mm grundplatta gjuten av betong som vilar på en bädd av 300 mm makadam. Källarytterväggen består av 380 mm betong med en invändig isolering bestående av 50 mm träullskivor, våningshöjden är

---

<sup>6</sup> Hall (1999)

<sup>7</sup> Internet AB Helsingborgshem (2009)

<sup>8</sup> Lundahl (1992)

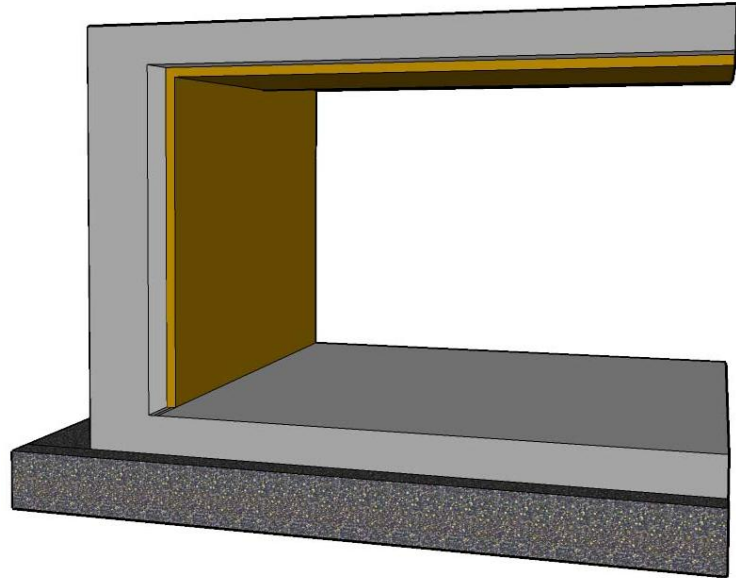
2,70 m. Källarbjälklaget är en 160 mm betongplatta med en underliggande isolering av 50 mm träullskivor.

Källarbjälklag: (mm)  
Träullskivor 50  
Betong 160

Källarvägg: (mm)  
Träullskivor 50  
Betong 380

Källargolv: (mm)  
Betong 150  
Makadam 300

(Egen bild)



Krypgrunden saknar grundplatta, istället består golvet av 300 mm makadam som täcks av en plastduk. Ytterväggarna har här inte isolerats med träull utan består enbart av 380 mm betong och källarbjälklaget är identiskt med det i källaren.

Källaren och krypgrunden ger båda ett intryck av att vara ganska torra, miljön känns inte påtagligt fuktig. Dräneringens skick kan dock inte bedömas med säkerhet. En noggrannare undersökning är lämplig att utföra innan grund och källare eventuellt isoleras då dräneringens skick är helt avgörande för att bedöma om somliga lösningar är lämpliga.

#### 4.1.1 Förslag till tilläggsisolering av grund och källare

Varianterna på hur man uppnår en lägre energikonsumtion genom tilläggsisolering av grunden är flera. Genom att tilläggsisolera grunden kommer man alltid att förändra dess fukt- och energibalans. Då fuktproblem är vanliga är det nödvändigt att utföra en analys av hur grunden påverkas av den planerade förändringen. För att kunna besluta vilken/vilka varianter av isolering som är lämpligast behöver vi vara insatta i dess fördelar och nackdelar såväl som vilka grundförutsättningar som är givna.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Nevader et al (2001)

#### 4.1.1.1 Invändig tilläggsisolering av källarbjälklag

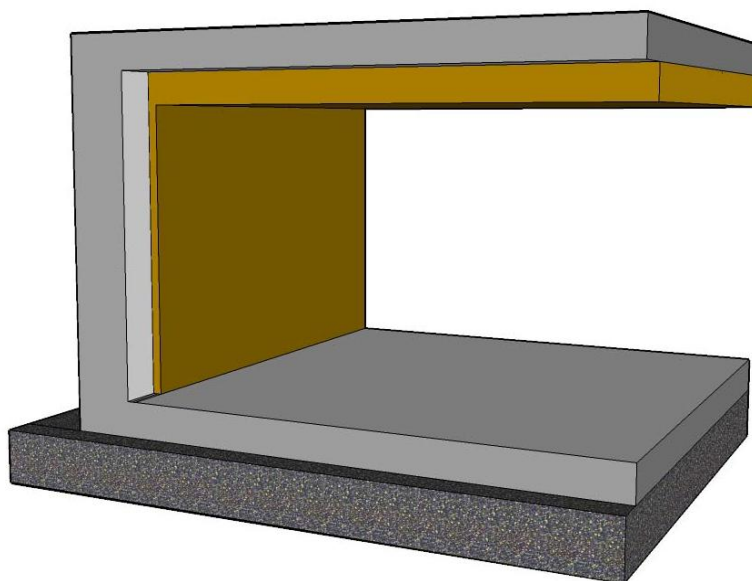
Den metod att tilläggs isolera källaren som bör bli billigast och som samtidigt är lättast att utföra är isolering av källarbjälklaget. Isolering av bjälklagets undersida kommer att innebära att källarbjälklaget blir varmare och därmed mindre fuktigt. Men förbättrad värmeisolering på denna plats innebär även att källaren och krypgrunden blir svalare och följaktligen fuktigare. Utrymmena kan ventileras med uteluft med gott resultat. Fuktproblem kan dock inträffa under sommarhalvåret då varm uteluft kyls ner i de svalare källarutrymmena. Vid isolering av bjälklaget behöver inget arbete läggas på isolering av grundens väggar då utrymmet ändå kommer att vara svalt, men det skadar inte heller då detta leder till ett något varmare och mindre fuktigt klimat i utrymmet.<sup>10</sup>

Isolering av marken eller av bjälklaget leder båda till att markens temperatur sänks. Därför är det viktigt att grundläggningsdjupet är tillräckligt så att tjälens nedträngning inte resulterar i frostsprängningar av grunden.<sup>11</sup> De båda fallen resulterar i en lägre energiförbrukning men åtgärden med isolering av bjälklaget och den uteluftventilerade krypgrunden bör vara den mer ekonomiska lösningen.<sup>12</sup>

*Tilläggsisolering av  
Källarbjälklag: (mm)*  
Glasull 200  
Betong 160

*Källarvägg: (mm)*  
Träullsskivor 50  
Betong 380

*Källargolv: (mm)*  
Betong 150  
Makadam 300



(Egen bild)

Förslagsvis kan tilläggsisolering av källarbjälklaget göras genom att avlägsna träullsskivorna som för närvarande sitter monterade på bjälklagets undersida. Dessa ersätts sedan med 200 mm glasull. Förutsatt att detta görs i såväl krypgrund som källare bör det resultera i en energibesparing om 13kWh/m<sup>2</sup>.år.

<sup>10</sup> Sandin (2004)

<sup>11</sup> Sandin (2004)

<sup>12</sup> Nevader et al (2001)

#### 4.1.1.2 *Inväändig tilläggsisolering av grundplattan och mark*

Att tilläggsisolera källarens grundplatta utvändigt är ett omöjligt projekt. Alternativen som kvarstår under Grönkullagatan 1a är således att göra en invändig tilläggsisolering av grundplattan i källaren eller att lämna denna orörd.

Då vi inte kan garantera dräneringens skick under plattan kan vi anta att plattan ligger rakt mot marken. Då betong är kapillärsugande antas att plattan, liksom marken nästan alltid har nära 100 % relativ fuktighet. Om plattans ovansida isoleras kommer plattan att bli kallare och den relativa fuktigheten kommer att höjas ytterligare, uppnås 100 % relativ fuktighet så övergår fuktigheten i fritt vatten. Då betongplattan kommer att vara fuktig är det viktigt att skilja denna från eventuella organiska material. En ångspärr måste då placeras mellan plattan och isoleringen. Ett flytande golv på cellplast är att rekommendera då denna är både isolerande och icke kapillärsugande. Ett nytt innergolv kommer att höja golvytan och problem kan komma att uppstå med rumshöjden. Anpassning av dörrar, skåp, trappor m.m. bör tas i beaktande.<sup>13</sup>

I krypgrunden under Grönkullagatan 1b finns ingen platta på marken men tillgängligheten är god och tilläggsisolering kan läggas mot marken eller så kan isolering ske på bjälklagets undersida. Om isolering av marken sker leder detta liksom i tidigare fall till en fuktigare mark på isoleringens undersida. Den plastduk som idag täcker marken bör ligga kvar eller ersättas med en ny beroende på i vilket skick den är. Ökad fuktighet kan resultera i mögelväxt om något organiskt material finns kvar på marken, vid eventuell förekomst bör därför detta avlägsnas. För att minimera risken för fuktrelaterade problem inne i krypgrunden kan denna ventileras med inneluft, men då krävs det att källarväggarna i krypgrunden också ventileras och att eventuella ventilationsöppningar till utomhusklimatet täpps igen.<sup>14</sup>

Grundplattan kan till exempel isoleras med 120mm cellplast med en ovanpåliggande golvspånskiva. Då isolering av marken eller golvet bör kompletteras med isolering av väggarna för att bli effektivt är det i fallet med krypgrunden inte försvarbart att isolera något annat än källarbjälklaget. För att genom beräkningar producera siffror på energibesparingen till följd av tilläggsisolering av grundplattan kombinerar vi detta med isolering av källarväggarna.

---

<sup>13</sup> Sandin (2004)

<sup>14</sup> Sandin (2004)

#### 4.1.1.3 Invändig tilläggsisolering av källarväggar

Vid invändig tilläggsisolering av väggarna sänks värmeflödet genom väggen, detta leder till att temperaturen i betongväggen sjunker, avdunstningen stoppas upp och väggen får svårare att torka ut med en förhöjd relativ fuktighet som följd. Då betongväggen blir fuktigare blir även isoleringen detta vilket ökar dess värmeflöde. Anslutningar mellan inner- och yttervägg hindrar kontinuiteten av den invändiga tilläggsisoleringen, således förstärks gamla köldbryggor och nya uppkommer. En stor köldbrygga vid invändig isolering är anslutningen mellan källarväggen och bjälklagsplattan. För att minimera denna bör en utanpåliggande, alternativt en ingjuten kantisolering av bjälklagsplattan monteras. Då Grönkullagatan 1 har många bärande inneväggar som är anslutna till ytterväggarna kommer dessa att fungera som köldbryggor och de kommer även att få en förhöjd luftfuktighet. Dessa köldbryggor är ett starkt argument att välja bort den invändiga isoleringen. För att undvika röta eller mögel längs de fuktiga väggarna bör träreglar undvikas vid montage av isoleringen. I vissa fall kan fuktproblemen även avhjälpas med en diffusionsspärr monterad mellan isoleringen och källarväggen. Erfarenhet visar dock att det är bäst att inte montera denna så att uttorkning av grundväggen kan ske inåt. Alltför tjock isolering ska också undvikas då detta kan leda till en alltför fuktig vägg.<sup>15</sup>

Fördelen med invändig isolering är att den i de flesta fall är mindre kostsam än den utvändiga motsvarigheten. Vad som avgör om det är en rimlig åtgärd i sammanhanget är beroende på i vilket skick den befintliga dräneringen utanför grundmuren är. Väl fungerande dränering krävs nämligen för att grundmuren inte ska bli allt för fuktig och isoleringen ska kunna vara funktionell. Om en fungerande dränering inte kan garanteras måste denna göras om. Då måste grunden grävas fram och vid ett sådant ingrepp kan en utvändigt tilläggsisolering utföras utan ett allt för högt merkostnadspris.<sup>16</sup>

Om tilläggsisolering sker genom isolering av källarbjälklaget i krypgrunden enligt 4.1.1.1 och källargolvet enligt 4.1.1.2 och detta kombineras genom invändig isolering av källarväggarna blir resultatet en uppvärmd källare med en uteluftsventilerad krypgrund. Klimatet blir således en varm och torr källare där förvaring kan ske utan risk för fuktskador, självfallet gäller detta bara om dräneringen av grunden är fullt fungerande så som tidigare har nämnts. Källarväggarna kan till exempel isoleras genom demontering av träullskivorna och montering av 100 mm cellplast, tjockare isolering går även att använda i mån av utrymme. Kombinationen av de ovan nämnda förslagen till tilläggsisolering resulterar i en energibesparing motsvarande 9kWh/m<sup>2</sup>.år. Besparingen bör dock vara större, det låga värdet beror bland annat på den

---

<sup>15</sup> Nevader et al (2001)

<sup>16</sup> Internet Byggahus.se (2009)

begränsning av köldbryggor som finns i Isover Energi 2 gällande anpassning av köldbryggor.

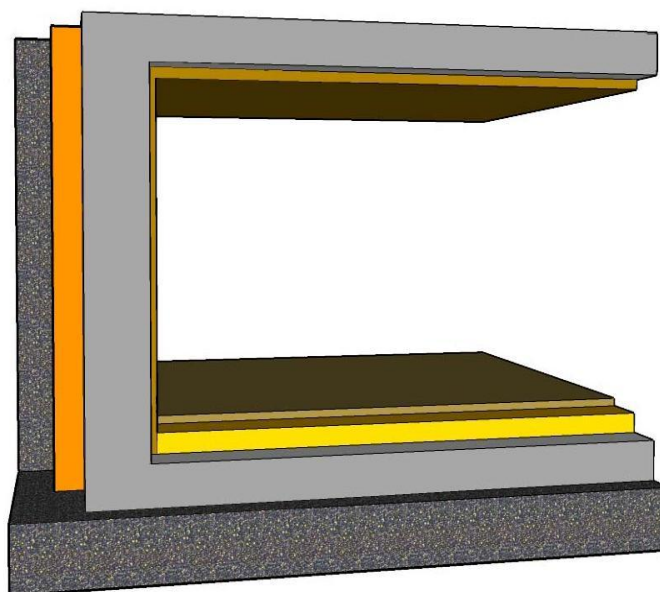
#### 4.1.1.4 Utvändig tilläggsisolering av källarväggar

Att tilläggsisolera utvändigt är ett tungt och dyrt ingrepp men resultatet blir bättre och risken för fuktskador är lägre än för exempelvis invändig tilläggsisolering. Grunden runt hela byggnaden behöver grävas fram och botten på utgrävningen bör vara jämn så att isolerskivorna inte glider isär vid återfyllning av hålet. Att rekommendera är att placera isolerskivorna omlott och att skarva mellan skivorna, även detta för att minimera risken för att springor mellan skivorna ska uppkomma.<sup>17</sup> Den ökade isoleringen kommer att resultera i att värmeflödet minskar även genom denna vägg. Tack vare att isoleringen i det här fallet är placerad på utsidan av den befintliga väggen så kommer denna att bli varmare än tidigare, vilket leder till ett torrare klimat. En annan fördel som talar för den utvändiga isoleringens överlägsenhet är att en bättre kontinuitet kan uppnås vilket får som följd att de flesta köldbryggor elimineras. Den utvändiga tilläggsisoleringen måste dock skyddas med en list för att förhindra vatteninträngning från ovan.<sup>18</sup>

Källarbjälklag:	(mm)
Träullsskivor	50
Betong	160

Utvändig tilläggsisolering av källarvägg:	(mm)
Träullsskivor	50
Betong	380
Dräneringsskivor	140
Makadam	300
Geotextilduk	2

Invändig tilläggsisolering av Källargolv:	(mm)
Golvspånskiva	25
Cellplast	120
Betong	150
Makadam	300



(Egen bild)

<sup>17</sup> Internet Byggahus.se (2009)

<sup>18</sup> Sandin (2004)

Som i 4.1.1.3 isolerar vi källarbjälklaget i krypgrunden och grundplattan i källaren enligt 4.1.1.2. Väggarna isoleras denna gång istället utvändigt. Detta görs med 2\*70mm isolerande dräneringsskivor samt 300mm makadam och en geotextilduk för att avskilja jord och dylikt från att fylla ut makadammen. Detta resulterar i en energibesparing motsvarande 12kWh/m<sup>2</sup>.år. Liksom i föregående fall, begränsar programmet resultatet.

#### 4.1.2 Diskussion

Alla ovanstående alternativ kan kompletteras med isolering vid den del av källarväggen som ligger närmast under eller ovan jord. Det är nämligen där den största värmeledningstabiliteten är och åtgärden låter sig göras utan några större eller kostsamma ingrepp.<sup>19</sup>

Då tilläggsisolering av källarbjälklaget är den åtgärd som lättast låter sig göras samtidigt som denna är den billigaste att genomföra talar mycket för denna lösning. Att den dessutom resulterar i den största energibesparingen gör den till det självklara valet om ingen önskan att göra källaren till en vistelsezon föreligger. Risk för att tilläggsisoleringen resulterar i en kritiskt hög fuktighet föreligger, detta kan dock delvis motverkas genom ökad ventilation av utrymmena. Tvättstugan med anslutande torkrum kan eventuellt kompletteras med isolering av väggar och golv om en önskan om att dessa lokaler ska vara varma föreligger.

## 4.2 Ytterväggar

Bostadsområdet på Grönkullagatan är ett typiskt miljonprogramområde som är konstruerat enligt en princip som var mycket vanlig under 1960-talet. Byggnaderna är lamellhus med en bärande betongstomme där gavlarna och de tvärgående innerväggarna är bärande medan de längsgående väggarna, såväl inner- som ytterväggar är icke - bärande lättväggar.

---

<sup>19</sup> Nevander et al (2001)





*S.Gavel och Ö.Långsida*

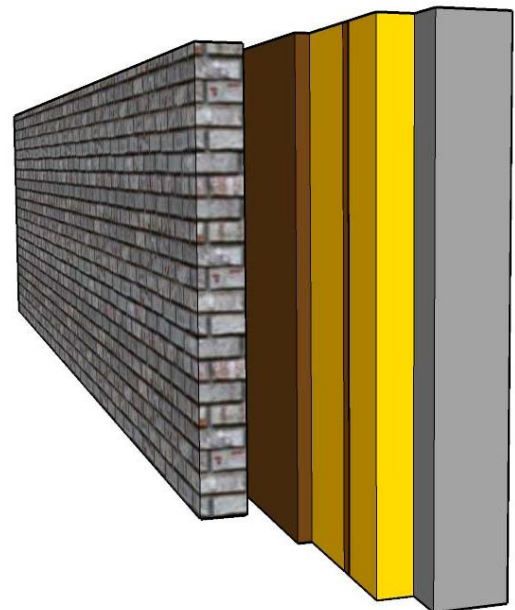
*(Egen bild)*

*S.Gavel och V.Långsida*

Gavlarna består av 160 mm betong med 95 mm mineralull mellan en regelstomme. Utanpå detta finns en internitskiva, ventilerad luftspalt och en halvtens-tegelfasad.

<i>Yttervägg (Gavel):</i>	<i>(mm)</i>
<i>Betong</i>	160
<i>Mineralull mellan reglar</i>	95
<i>Internitskiva</i>	12
<i>Luftspalt</i>	50
<i>Tegel (1/2-sten)</i>	120

*(Egen bild)*



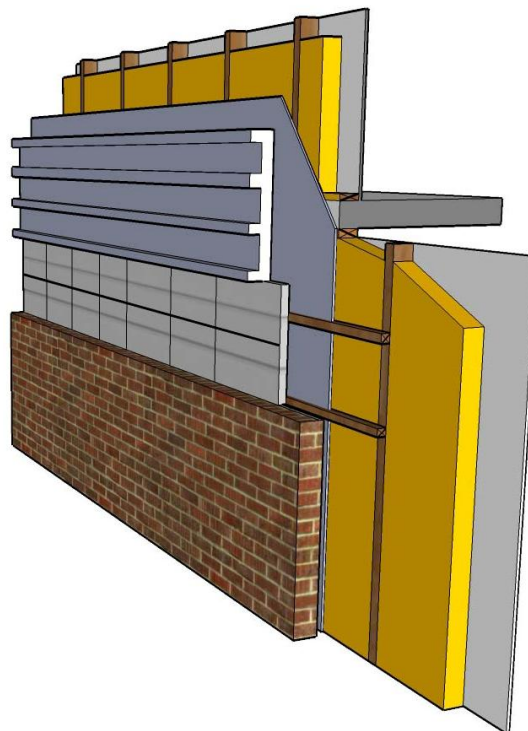
Långsidorna har träregelväggar med 95 mm mineralull. Utanpå regelväggen sitter en 12 mm asfaboard eller internitskiva. Fasadmaterialet består av halvtens-tegel närmast gavlarna och upp till bröstningshöjd på bottenvåningens fönster. Där ovan består fasadmaterialet av en fasadskiva av betong, alternativt av 9 mm eternitskivor fästa på 34\*70 mm läkt. Invändigt spikas en 13 mm plastfolierad gipsskiva.<sup>64</sup> Entrésidan av byggnaden har endast fasadmaterial av eternitskivor och tegel upp till tidigare angiven höjd. Byggnadernas andra långsida har tegel på samma vis som entrésidan.

<sup>64</sup> Björk et al (2003)

Västsidan har även eternitskivor mellan fönstrens bröstningshöjd till dessas ovankant. Resterande del av västerfasaden, från fönstrens ovankant till nästa våningsplans bröstningshöjd är täckta av betongskivor.

<i>Yttervägg (Västra långsidan):</i>		<i>(mm)</i>
	<i>Gips</i>	13
	<i>Mineralull mellan reglar</i>	95
	<i>Internitskiva</i>	12
	<i>Fasadmaterial</i>	
1.	<i>Luftspalt</i>	50
	<i>Betongskivor</i>	160
2.	<i>Läkt</i>	34
	<i>Eternitskivor</i>	9
3.	<i>Luftspalt</i>	50
	<i>Tegel (1/2-sten)</i>	120

*(Egen bild)*



På varje våningsplan finns fyra stycken balkonger som är infällda i fasadlivet. Längs balkongernas kortsidor består fasadmaterialet av trä och detta är utfört i lockpanel. Balkongplattorna består av en prefabricerad 100mm betongplatta med förtjockade kantbalkar. Dessa är fästa i tre riktningar med ingjuten armering. Isolering bestående av 40mm korkskivor ingjutna intermittent finns, men denna är troligen hårt åtgången av tidens tand. Somliga balkonger har glasats in och/eller byggts ut vilket ger fasaden ett mycket spretigt uttryck. Det spretiga uttrycket kan påverka möjligheten att förändra fasaden vid en ombyggnad. Byggnadslovsnämnden kan inte i samma utsträckning hävda att fastigheten är tidstypiska och att exempelvis balkongernas utseende ska bevaras.

Enligt uppgifter i den av WSP gjorda energianalysen så klagar en del hyresgäster på dålig lukt ifrån väggarna.



*Exempel på hur balkongernas utseende kan variera längs Grönkullgatan. Västra fasaden på Grönkullagatan 1*

*(Egen bild)*

#### 4.2.1 Förslag till tilläggsisolering av ytterväggar

Väggar kan tilläggsisoleras invändigt såväl som utvändigt. När det gäller tilläggsisolering av ytterväggar gäller samma principer som i övrigt. En yttre tilläggsisolering är alltid bättre ur värmeenergisympunkt, denna kommer att eliminera köldbryggor och eftersom stommen kommer att bli placerad innanför isoleringen så kommer denna att bli varmare och därmed torrare. En exteriör förändring av en byggnad är dock inte alltid tillåten och/eller önskad. Vid sådana tillfällen kan en invändig tilläggsisolering vara nödvändig. Grönkullagatan har flera olika typer av ytterväggar, därför kan flera olika varianter av tilläggsisolering vara intressanta.<sup>20</sup>

##### 4.2.1.1 Invändig tilläggsisolering

Invändig tilläggsisolering utförs vanligen med mineralull mellan reglar. I fall då invändig tilläggsisolering är aktuell är det viktigt att inga organiska material är i kontakt med ytterväggen. Detta på grund av att denna blir svalare och därmed fuktigare. Då den ursprungliga väggens genomsläpplighet för vatten vanligen är okänd bör tilläggsisoleringen förses med en ångspärr på insidan.

Så som tidigare har nämnts eliminerar inte invändig tilläggsisolering köldbryggor. Detta gäller i synnerhet i fönstersmygar. Där får det vanligen inte plats någon tilläggsisolering, därför blir fönstersmygen kallare vilket ökar risken för kondens. En smygpanel bör installeras för att minimera problemet, denna målas lämpligen för att ett visst ångmotstånd ska uppnås.<sup>21</sup>

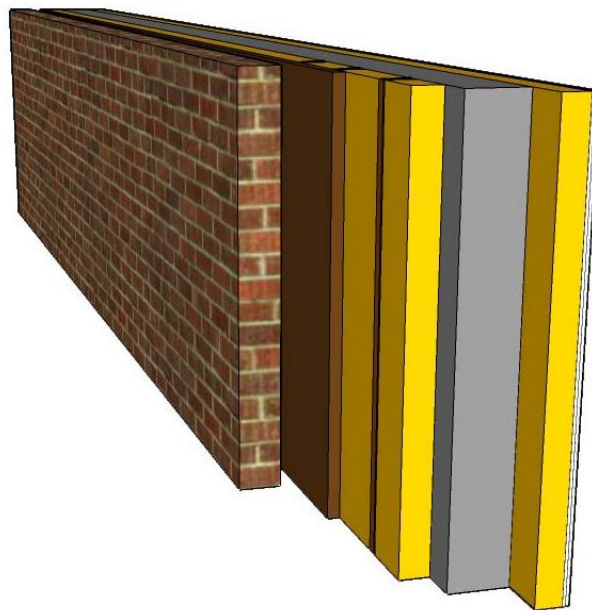
---

<sup>20</sup> Sandin (2004)

<sup>21</sup> Nevander et al (2001)

<i>Invändig tilläggsisolering av yttervägg (Gavel):</i>	<i>(mm)</i>
<i>Gips</i>	<i>2 x 13</i>
<i>Glasull mellan reglar</i>	<i>70</i>
<i>Plastfolie</i>	<i>2</i>
<i>Betong</i>	<i>160</i>
<i>Mineralull mellan reglar</i>	<i>95</i>
<i>Internitskiva</i>	<i>12</i>
<i>Luftspalt</i>	<i>50</i>
<i>Tegel (1/2-sten)</i>	<i>120</i>

*(Egen bild)*



Förslagsvis kan väggarna isoleras med 70 mm glasull mellan träreglar. För att få en stadig innervägg monteras dubbla 13mm gipsskivor invändigt. På långsidorna måste den befintliga gipsskivan först monteras ned, detta för att väggen inte ska växa onödigt mycket inåt. Om en invändig tilläggsisolering genomförs på detta vis leder det till en energibesparing om 11kWh/m<sup>2</sup>.år.

#### **4.2.1.2 Utvändig tilläggsisolering**

Den utvändiga tilläggsisoleringen ska alltid föredras framför den invändiga. Denna medför mindre köldbryggor och att den ursprungliga väggen blir varmare och torrare. Montering görs utvändigt med mekanisk infästning eller med limning. Som fasadbeklädnad kan helt skilda material användas.<sup>22</sup> I fallet med Grönkullagatan hade demonteringen av de fasadytor som är klädda med eternitskivor låtit sig göras utan större bekymmer. Demontering av betongskivorna och tegelfasaden är dock besvärligare och kostsammare, genomförandet är dock fullt möjligt. Demontering av dessa fasadpartier bör dock göras om fasaden behöver omfattande upprustning.

Demontering av skalmuren låter sig göras med viss möda. En utvändigt tilläggsisolering av väggen hade därefter kunnat genomföras varefter skalmuren återuppförs enligt konstens alla regler. Detta hade resulterat i ett mycket snarligt utseende men byggnaden kommer att få ett större yttermått. Att återuppföra en skalmur av tegel är naturligtvis inte det enda möjliga alternativet. Om ett bibehållet utseende inte är av lika hög prioritet kan något

<sup>22</sup> Sandin (2004)

annat fasadskikt användas. Detta behöver nödvändigtvis inte bygga på byggnadens fysiska yttermått lika mycket.

De av tegel klädda fasaderna är idag en tjockare väggkonstruktion än de som är klädda med skivor. I synnerhet är skillnaden stor om den ovannämnda utvändiga tilläggsisolering och ett fasadskikt av tegelsten skulle tillämpas. Om fasadskivorna av betong och eternit demonteras skulle en yttre tilläggsisolering kunna genomföras även här. Tilläggsisoleringen av cellplast hade kunnat kläs med ett fasadskikt av puts vilket skulle vara den billigaste lösningen. Dessvärre har problem med denna teknik visat sig under de senaste åren. Ett fasadskikt av ett annat material hade därför kunnat vara lämpligare, lämpligen något skivmaterial. Beroende på om någon förändring av de av tegelklädda väggpartiernas tjocklek sker kan den övriga väggen tilläggsisoleras olika mycket. De skivbeklädda väggpartierna kan tilläggsisoleras så att de hamnar i liv med de tegelklädda. Eller så kan förhållandet mellan dem bevaras, om båda byggs på lika mycket.

Att demontera tegelfasaden på husets kortsidor är som tidigare nämnt kostsamt. Men om så ska göras rekommenderas att även den befintliga isoleringen avlägsnas och ersätts med 200mm tilläggsisolering med en ventilerad luftspalt. Utanpå detta kan sedan ett nytt fasadskikt uppföras, till exempel halvstens-tegel. Om detta utförs på den norra och södra fasaden görs en måttlig energibesparing om ca 5kWh/m<sup>2</sup>.år.

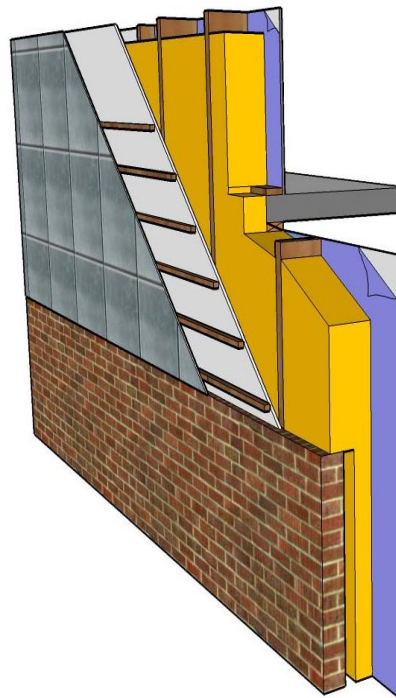
Lättare än att demontera tegelfasaden är då att nedmontera eternit- och betongskivorna på byggandens långsidor, även här rekommenderas nedmontering av den befintliga isoleringen. Om tilläggsisolering görs med först 95mm isolering så kan den gamla regelstommen behållas. Utanpå detta kompletteras väggen med ytterligare 130mm isolering mellan reglar, fördelaktigen monterade horisontellt. Utanpå detta fästs en vindskiva, luftspalt och önskat fasadskikt. Om tilläggsisolering sker på detta vis hamnar de tilläggsisolerade fasadpartierna i liv med tegelfasadens utsida. Den här isoleringen leder till en energibesparing om ca 16kWh/m<sup>2</sup>.år. Om tilläggsisolering av tegelfasaden längs byggnadens långsidor görs på samma sätt som nämns här ovan bibehålls proportionerna av byggnadens fasadutstick och energibesparingen blir istället ca 18kWh/m<sup>2</sup>.år.

Att tilläggsisolera gavlarna genom demontering och återmontering av tegelfasaden i kombination med tilläggsisolering av långsidorna som nämnts närmast ovan resulterar i en energibesparing om 23kWh/m<sup>2</sup>.år.

*Utvändig tilläggsisolering av långsidor (partier med fasadmateriäl av eternitskivor och betongplattor)*

	(mm)
<i>Gips</i>	13
<i>Plastfolie</i>	2
<i>Mineralull mellan reglar</i>	95
<i>Fasadmateriäl</i>	
1. <i>Mineralull mellan reglar</i>	130
<i>Vindskydd</i>	12
<i>Läkt</i>	30
<i>Fasadskivor</i>	9
2. <i>Internitskiva</i>	130
<i>Luftspalt</i>	50
<i>Tegel (1/2-sten)</i>	120

*(Egen bild)*



Invändig och utvändig tilläggsisolering kan även kombineras. Om utvändig tilläggsisolering av byggnadens kortsidor anses för kostsam kan dessa istället isoleras invändigt i kombination med utvändig isolering av långsidorna. Detta hade resulterat i en energibesparing om 21kWh/m<sup>2</sup>.år.

#### 4.2.2 Förslag till balkongåtgärd

Balkongplattorna är mycket dåligt isolerade och de bör orsaka en kraftig köldbrygga. Även då de i Isover Energi 2 gjorda beräkningarna inte visar på en markant försämrad energikonsumtion då denna köldbrygga inkluderas i modellen, detta beror främst på programmets begränsningar. Möjliga energieffektiviserande åtgärder till balkongerna kan vara att glasa in dessa. Balkongplattorna, fönstren och balkongdörren kommer då att hamna i ett mindre utsatt läge. En annan lösning skulle kunna vara att demontera de befintliga balkongplattorna och ersätta dessa med nya. De nya plattorna skulle kunna vara upphängda i, på fasadens utsida monterade balkar. Detta hade väsentligt minskat köldbryggorna då detta resulterar i väldigt få genomföringar i klimatskalet. Denna lösning tillåter också inglasning av balkongerna i fall då detta är önskvärt.

#### 4.2.3 Diskussion

Att rekommendera en lösning beträffande husets fasader är svårt att göra utan en djupare inblick i fasadernas skick. Utvändig tilläggsisolering av kortsidorna kan till exempel vara ekonomiskt försvarbart om förankringen av skalmuren har korroderat. Om så är fallet är det nödvändigt att byta ut dessa och

kostnaden för tilläggsisoleringen skulle delvis kunna slås ut över detta moment. Kombinationen av utvändig tilläggsisolering av långsidorna och invändig tilläggsisolering av kortsidorna är annars en lämplig lösning. Då huset är långsmalt och endast ett fåtal fönster finns på kortsidorna blir dessa även mycket lätta att tilläggsisolera invändigt med god kontinuitet utan att det tar upp mycket innerutrymme. Balkongplattorna bör ersättas med nya och då görs detta lämpligen enligt ett system som orsakar minimalt med köldbryggor.

### 4.3 Fönster och dörrar

Lägenheterna på Grönkullagatan är ljusa och väldisponerade vilket gäller många av de bostäder som byggdes under miljonprogrammet. En ljus bostad skapas vanligen genom många fönsterpartier. Fönster har länge haft mycket höga U-värden men idag behöver de inte längre vara synonymt med en dålig värmeekonomi.

Fönstren på Grönkullagatan är original 2-glas med en luftspalt mellan. Någon gång under mitten av 1980-talet byttes den yttre ramen till aluminiumprofiler, den inre är dock fortfarande av trä. Vardagsrummet är prytt med ett stort perspektivfönster som vetter ut mot balkongen. I somliga fall har dock detta fönster gått itu och det är då utbytt till två mindre fönster då tillgängligheten för att genomföra ett byte till ett fönster i motsvarande storlek är mycket begränsade. Fönstren har ett högt U-värde som bedöms till 2,7kW/m<sup>2</sup> K. En så låg isoleringsförmåga kan visa sig i form av drag och otätheter. Vid byte till fönster med ett lågt U-värde kan trivseln höjas och även vistelsezonen utökas.<sup>23</sup>

#### 4.3.1 Förslag till nya fönster

För att motverka ytkondens på fönstrens insida är det fördelaktigt att placera dem i liv med ytterväggarnas insida. Luftströmmen mot fönstrets insida blir då större och värme ifrån eventuella radiatorer (vanligen placerade under fönster) kan då hjälpa till att minska eventuellt kalldrag. Problemet med ytkondens minskas även det då fönster med ett lågt U-värde används.<sup>24</sup> Det ger dock ofta ett trevligare utseende utifrån om fönstren placeras nära, eller i liv med väggarnas utsida. Detta innebär dock att fönstren och dess ramar och karmar blir mycket utsatta för nederbörd. En kompromiss är ofta därför att föredra.<sup>25</sup>

Att utnyttja lågmissionsskikt i fönstren är att föredra. Att byta till fönster med så kallade selektiva lågmissionsskikt är ett klokt sätt att spara energi. Dessa

---

<sup>23</sup> Johansson (2007)

<sup>24</sup> Nevander et al (2001)

<sup>25</sup> Sandin (2004)

släpper in den kortvågiga solstrålningen men begränsar utstrålningen av den långvågiga rumsvärmestrålningen.<sup>26</sup>

Genom att byta till nya fönster med ett U-värde på ca 1,0W/m<sup>2</sup> K finns mycket energi att spara. Fönster är dyrt men fönster med låg värmekonduktivitet resulterar också i en trivsammare vistelsezon. Om samtliga fönster ersätts med nya med ett lägre U-värde kommer besparingarna att bli ganska omfattande i förhållande till dess yta. Moderna 3-glas fönster med argonfyllning och 1,0 i U-värde leder till en besparing om 12kWh/m<sup>2</sup>.år.

#### 4.3.2 Förslag till nya dörrar

Grönkullagatan 1 har två stycken entrédörrar med glas samt en balkongdörr i varje lägenhet, totalt 12 stycken. Att även ersätta dessa med energisnålare alternativ resulterar självfallet i ytterliggare energibesparing. Om fönstren byts är det lämpligt att byta även balkongdörrarna då dessa sitter i samma väggparti. Det kan även vara lämpligt att byta ut ytterdörrarna då det kan finnas ett intresse av att installera låssystem med nyckelbricka eller kod. Att ersätta samtliga dörrar med nya med ett U-värde på 1,4 leder till en ytterliggare energibesparingen om ca 3kWh/m<sup>2</sup>.år.

#### 4.3.3 Diskussion

Då fönstren är gamla och fönsterkarmarna är slitna är det på plats att ersätta dessa med nya. Ingreppet förenklas mycket i samband med en tilläggsisolering av övriga väggen. Om beslut tas att ersätta dessa med nya är det en självklarhet att välja fönster med låg värmekonduktivitet. Vid byte av fönstren är det också en självklarhet att samtidigt byta balkongdörrarna. Entrédörrarna är dock av lägre prioritet, bland annat då dessa endast leder till trapphuset.

### 4.4 Tak

Grönkullagatan 1 är krönt av ett flackt (1:40) pulpettak. Ovan det bärande vindsbjälklaget av betong finner man den uppstolpade takkonstruktionen där stolparna är mellan 400 mm höga mot den balkongförsedda långsidan och 100 mm mot entrésidan. 150 mm av okänd värmeisolering ligger på bjälklagets ovansida. Med hänvisning till byggnadens konstruktion och ålder så består isoleringen troligen av 120 mm mineralullsmattor och 30 mm mineralullsfilt.<sup>27</sup> Denna mängd isolering är med dagens mått mätt underdimensionerad, ett bättre isolerat tak hade sparat mycket energi.

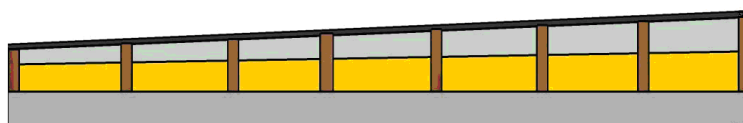
---

<sup>26</sup> Burström (2007)

<sup>27</sup> Björk et al (2003)



Tak:	(mm)
Betong	160
Plast	2
Mineralullsmatta	120
Mineralullsfilt	30
Luftspalt	150
Trästimme	
Taktäckning	



(Egen bild)

Då ett tak konstrueras är det viktigt att en taktäckning som kan stå emot väderförhållandena väljs. Till exempel så kan vatten bli stående på flacka tak. Taktäckningen eller vattenisoleringen måste därför vara helt vattentätt och tåla det vattentryck som kan uppkomma. Då risken för vatteninträning genom taktäckningen ökar om vatten blir stående är det viktigt att underlaget som taktäckningen är fäst vid är tåligt nog för att motverka nedböjning av vatten- eller snölast.<sup>28</sup> Underlagstaket på Grönkullagatan är av okänd konstruktion men i liknande fall används vanligen råspontad panel med 2-lags papptäckning på underlagspapp varför detta också förmodas gälla på Grönkullagatan.<sup>29</sup> Taktäckningen måste också kunna stå emot de krafter som det kan utsättas för vid eventuell isbildning. Detta är något som ska tas under övervägande, även om det sällan orsakar några problem i södra Sverige, så som i det aktuella fallet.

En stor orsak till förekomsten av vattenläckage genom tak är att smältvatten fryser till is i häng- och stuprännorna. Detta dämmer upp vattnet som blir stående och risken för läckage ökar. På Grönkullagatan har man valt ett utvändigt takavvattningsystem detta bör inte orsaka några problem då takkonstruktionen är så kallat ”kall” även då isoleringen i taket är bristande. Vid utökad isolering av taket kommer temperaturen på takets ytteryta närmare utetemperatur och sannolikheten till problem skulle därmed minska ytterligare.<sup>30</sup>

#### 4.4.1 Förslag till tilläggsisolering av tak

Ett flertal olika åtgärder finns att välja mellan då tilläggsisolering av taket ska göras. Den befintliga takkonstruktionen är nödvändigtvis inte helt utjänt men en genomgripande renovering av fastigheten är ändå planerad inom de närmaste åren. Därför bör takkonstruktionen ses över ordentligt och energieffektivisering av detta bör göras så att fastigheten uppfyller de krav som ställs på nybyggnation. Nedan listas ett par olika varianter på

<sup>28</sup> Nevander et al (2001)

<sup>29</sup> Björk et al (2008)

<sup>30</sup> Nevander et al (2001)

tilläggsisolering av taket som kan användas var för sig eller kombineras med varandra.

#### *4.4.1.1 Invändig tilläggsisolering av tak*

Liksom då det gäller grund eller väggar så kan även ett tak tilläggsisoleras invändigt såväl som utvändigt. Om det befintliga taket bedöms vara i fullgott skick och att detta bör klara många fler års slitage, så skulle en invändig tilläggsisolering kunna vara ett alternativ. Invändig tilläggsisolering utförs vanligen inte ur endast energiekonomisk synpunkt utan ofta då förbättrad ljudisolering är det primära målet. Den ljudabsorberande beklädnaden fungerar oftast även som värmeisolering. Isoleringen fästs vid vindsbjälklagets undersida med en invändig taksänkning som följd. Det är därför viktigt att takhöjden möjliggör detta och att taksänkningen inte överlappar några dörr- eller fönsteröppningar. Ökad invändig isolering innebär också att vindsbjälklaget kommer att bli kallare vilket kan leda till invändig kondens. Även fuktkvoten hos träkonstruktionen i taket kommer att öka vilket kan leda till att fuktproblem utlöses av den sänkta temperaturen.<sup>31</sup> Ytterligare så leder den invändiga tilläggsisoleringen inte till en eliminering av köldbryggor.<sup>32</sup>

Genom att tilläggsisolera vindsbjälklagets undersida med 100mm glasull mellan reglar och applicera en gipsskiva som innertak sparas ca 5kWh/m<sup>2</sup>.år. Detta är ingen stor besparing men i gengäld kan det göras med ganska enkla medel.

#### *4.4.1.2 Insprutning av lösull i tak*

Inte allt för sällan premieras ett oförändrat visuellt uttryck av fastigheter, även då detta hämmar utvecklingen och försvarar energieffektiviseringen. Fastigheterna på Grönkullagatan har ett flackt uppstolpat pulpettak. Detta är endast isolerat med 150mm mineralull, resterande utrymme är troligen orört. En möjlighet till tilläggsisolering är att fylla det resterande utrymmet med lösull. Byggfukt i vindsutrymmet måste dock fortfarande kunna ventileras bort varför ett luftflöde måste säkerhetsställas. Montage av skivor på underlagstakets undersida brukar därför utföras för att en luftspalt ska kunna garanteras, detta är dock mycket svårt att göra då takkonstruktionerna är låga. Denna typ av tilläggsisolering brukar därför undvikas vid stora flacka tak.<sup>33</sup> Då byggnaden och vindsbjälklaget är gammalt är all byggfukt uttorkad sedan länge. En luftspalt är därför inte nödvändig. Den ökade isoleringen leder till att luften i luftspalten blir kallare, svalare luft kan inte ta upp och transportera bort lika mycket fukt som varm. Därför kan det vara lämpligt att kombinera

---

<sup>31</sup> Anderlind et al (1984)

<sup>32</sup> Nevander et al (2001)

<sup>33</sup> Nevander et al (2001)

denna isolering med en ångspärr på vindsbjälklagets insida för att undvika att kondens på det kalla yttertaketets insida uppstår.<sup>34</sup> Istället för att montera en ångspärr kan fukten evakueras genom användning av en fläkt. Tilluftsfläkt används då vanligen och denna monteras så att den varma luften passerar ut genom takfoten, detta för att undvika isbildning. En tilluftsfläkt används för att ett övertryck ska skapas i vindsutrymmet så att inte fuktig inneluft ska sugas upp i vindsutrymmet.<sup>35</sup>

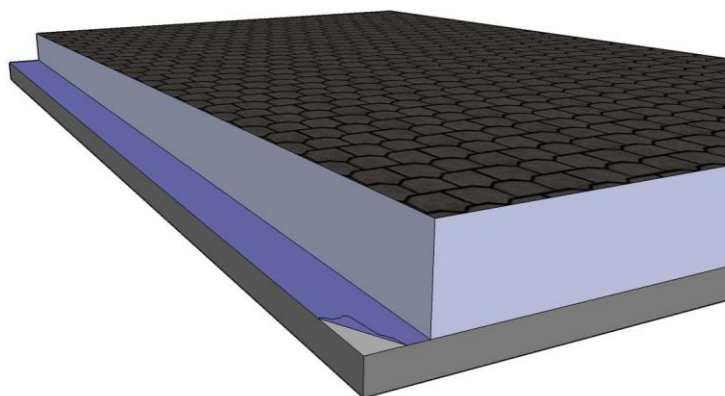
Beräkningar tyder på att insprutning av 150mm lösull i takutrymmet bör resultera i en energibesparing om ca 6kWh/m<sup>2</sup>.år. Besparingen kan dock bli större om även den gamla isoleringen ersätts med lösull. Då taket lutar får olika mycket isolering plats beroende på vilken ända av taket man betraktar. Värmeomgångstalet kommer således skilja sig åt beroende på var taket undersöks, men detta är ett medelvärde.

#### 4.4.1.3 Cellplast ersätter det uppstolpade taket

Att byta ut den befintliga takkonstruktionen helt är även det möjligt att göra utan att förändra byggnaden utseende. Hela det uppstolpade taket rivs då och ersätts med isolering av cellplast. Fallet byggs upp av kilformade cellplastplattor och överst läggs exempelvis en board av mineralull som taktäckningen fästs i.

<i>Cellplast ersätter det uppstolpade taket:</i>	<i>(mm)</i>
<i>Betong</i>	<i>160</i>
<i>Plastfolie</i>	<i>2</i>
<i>Kilformad cellplast</i>	<i>150</i>
<i>Cellplast</i>	<i>150</i>
<i>Taktäckning</i>	

*(Egen bild)*



Ovan betongplattan placeras kilformad isolering av cellplast med en medeltjocklek om 150mm. Ovanpå cellplasten läggs 150mm glasull och slutligen ett tätskikt. Isolering resulterar i ett tak utan risk för problem med röta då inga organiska material finns. Energibesparingen blir ca 7kWh/m<sup>2</sup>.år. Taket bibehåller på detta vis sitt ursprungliga utseende i form av höjd och lutning. Om en takhöjning tillåts kan även tjockare isolering appliceras enligt samma princip.

<sup>34</sup> Nevander et al (2001)

<sup>35</sup> Nevander et al (2001)

#### 4.4.1.4 DUO-tak

Om byggnadslovsnämnden tillåter en höjning av taket kan en utvärdig tilläggsisolering väljas. En variant på en sådan är att mekaniskt fästa ny värmeisolering och ett nytt tätskikt ovanpå den befintliga takkonstruktionen. Detta ställer inga krav på det befintliga tätskiktet som således kan vara uttjänt. Som det nya tätskiktet läggs vanligen takpapp eller gummiduk. Då den här typen av tilläggsisolering innebär att taket höjs måste takavvattningssystemet och anslutningar anpassas till den nya höjden. Denna typ av tilläggsisolering möjliggör också en justering av taklutningen genom användning av kilformade isolerskivor. Vid den här typen av tilläggsisolering kan isoleringen i princip ha en obegränsad tjocklek. Av kostandsskäl brukar man vid tjockare isolering lägga två lager varav det undre med en lägre densitet och ovan detta en mineralullsboard eller liknande för att ge tillräcklig mekanisk bärighet. Vid yttre tilläggsisolering ovanpå ett befintligt ventilerat tak måste all ventilation och alla otätheter täppas igen. Om detta inte görs kan den kalla ventilationen motverka den ökade värmeisoleringen. Beaktande bör också tas mot att underdimensionera tilläggsisoleringen. Om taket tilläggsisoleras för lite så kan kondens bildas på det ursprungliga tätskiktet, därför ska man tilläggsisolera minst lika mycket på ovansidan som den mängd isolering som redan finns på det ursprungliga tätskiktets undersida.<sup>36</sup>

För att den här typen av tilläggsisolering ska bli effektiv tätas det ventilerade taket väl så att det blir oventilerat. Den gamla taktäckningen avlägsnas sedan och 200mm cellplast placeras på de gamla takstolarna. Cellplasten fästes mekaniskt mot den råspontade panelen. Ovan detta placeras ett tätskikt och önskad taktäckning. En tilläggsisolering av denna typ resulterar i en ungefärlig energibesparing om 7kWh/m<sup>2</sup>.år. Var mycket noga med att täta luftspalten, om denna istället är svagt isolerat blir energibesparing näst intill obefintlig.

#### 4.4.1.5 Omvänt tak

Ett alternativ som är snarlikt det närmast ovan nämnda är en tilläggsisolering enligt samma princip som ett omvänt tak. Detta innebär att tilläggsisoleringen placeras ovanpå det befintliga taket. Isoleringen kan inte fästas mekaniskt då tätskiktet på denna typ av tak är placerat under isoleringen och detta inte får punkteras. Vid tilläggsisolering med denna metod är det därför en fördel om det ursprungliga tätskiktet är intakt då detta följaktligen inte skulle behöva bytas ut. Vid behov kan ett nytt tätskikt användas, men om så är fallet bör det bli billigare att välja den tidigare varianten av tilläggsisolering. Den nya isoleringen täcks med en fiberduk och med en ovanpåliggande taktäckning av exempelvis singel. Taktäckningen tynger i detta fall ned isolerskivorna så att

---

<sup>36</sup> Nevander et al (2001)

dessa inte förflyttas ur sitt läge. Om tilläggsisolering enligt principen omvänt tak ska kunna användas måste den befintliga takkonstruktionen kunna tåla den ökade belastningen som uppstår främst på grund av den nya, tyngre taktäckningen. Taket bör ha en minsta lutning på 1:100 vilket taken på Grönkullagatan uppfyller. Vid denna typ av takkonstruktion kommer värmeisoleringen att utsättas för vatten därför är det viktigt att välja en typ av isolering som klarar detta. En stor del av vattnet kommer att avledas ovanpå isoleringen, en del kommer dock att tränga igenom ner till tätskiktet. Då tätskiktet efter tilläggsisoleringen ligger varmare än tidigare kommer merparten av detta vatten att värmas upp till betongplattans temperatur innan det hinner avledas, detta innebär en värmeförlust. Det omvända taket har fördelen att tätskiktet skyddas ifrån UV-strålning, is, mekanisk påverkan. Tätskiktet utsätts inte heller för stora temperaturväxlingar och slitaget på detta blir således mindre.<sup>37</sup> Liksom då det gäller DUO-taket är det av största vikt att det tidigare ventilerade taket tätas ordentligt för att tilläggsisoleringen ska ge önskad effekt.

Täta det ventilerade utrymmet ordentligt så att detta blir oventilerat. Tilläggsisolera utvändigt med 200mm cellplast och täck detta med en fiberduk och erforderlig mängd singel och betongplattor för att motverka vindlaster och flykt av cellplastskivorna. Resultatet, förutsatt att luftspalten är tät blir en energibesparing om ca 7kWh/m<sup>2</sup>.år.

#### 4.4.1.6 Kombination

Utöver de ovannämnda alternativen till tilläggsisolering är det även möjligt att uppföra ett helt nytt kallt tak. Nya takstolar eller ett nytt högre uppstolpat tak måste då konstrueras för att göra plats för en ökad isoleringstjocklek. Kanske hade det vid en så radikal förändring istället varit lönsamt att bygga på en extra våning. Detta har gjorts bland annat i Tyskland. Hyreshöjningen skulle då inte behöva bli fullt lika stor då den uthyrningsbara ytan samtidigt ökar.<sup>38</sup>

#### 4.4.2 Diskussion

Då Grönkullagatan 1 idag har en undermålig isolering är det av intresse att förbättra den på alla sätt som tillåts. När man tilläggsisolerar taket finns det, liksom vid tilläggsisolering av vägg eller grund två olika tillvägagångssätt. Antingen tilläggsisolerar man invändigt eller utvändigt.

Lägenheterna på Grönkullagatan 1 har en invändig takhöjd på 2700mm. I Boverkets byggregler (3:1111) ställs det krav på en minsta invändig rumshöjd på 2400mm i ett rum som man vistas i mer än temporärt. Således hade en

---

<sup>37</sup> Nevander et al (2001)

<sup>38</sup> Diskussion Sentler (2009)

invändig tilläggsisolering kunnat göras, detta hade dock troligen inte mottagits särskilt väl av de boende då det hade sänkt boendestandarden. Invändig isolering motverkar inte heller befintliga köldbryggor.

Beroende på i vilket skick taket bedöms vara avgör till stor del vilken typ av tilläggsisolering som bör väljas. Vilken typ av genomföringar som ska göras genom taket avgör också valet. Om flertalet nya genomföringar ska göras kan det vara besvärligt att behålla den befintliga takkonstruktionen. Då kan det vara lämpligt att tilläggsisolera enligt 4.4.1.3 Cellplast ersätter det uppstolpade taket. Om inga fler genomföringar planeras och det befintliga taket är i gott skick utförs tilläggsisoleringen genom principen för 4.4.1.5 Omvänt tak. Detta gäller om inga krav på att behålla takets ursprungliga utseende ställs. Om taket ej får förändras och taket är i gott skick kan isolering enligt 4.4.1.2 Lösull vara lämplig. Slutligen så rekommenderas tilläggsisolering enligt 4.4.1.4 DUO-tak om endast taktäckningen behöver bytas ut. En kombination av de typer där cellplasten ersätter den befintliga takkonstruktionen och den under DUO-tak förklarade är troligen mycket effektiv. Denna sistnämnda konstruktion är troligen mest fördelaktig då det kommer till utförande, utseende och funktion.

## **5 Uppvärmningssystem**

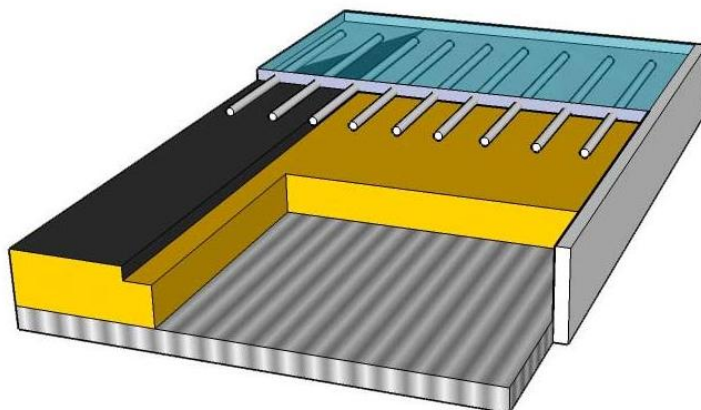
### **5.1 Solfångare**

I samband med reovering och ombyggnad av fastigheterna längs Grönkullagatan undersöks solenergi som ett alternativt uppvärmningssätt, kan vara lämpligt och försvarbart att installera ur ett ekonomiskt perspektiv. Vi kommer att undersöka och jämföra två olika typer av solfångare.

I en solfångare tas solenergin tillvara genom att ett cirkulerande medium transporterar solvärme från solfångaren till antingen tappvarmvattnet eller radiatorer. De solfångare som vi kommer att titta på i detta arbete är plana solfångare och vakuumsolfångare.

*Principskiss av  
plansolfångare:  
Bakgrundsplåt  
Isolering  
Absorbator  
Skyddsglas*

*(Egen bild)*



### 5.1.1 Solenergi historiskt

Historiskt sett i Sverige så tog tekniken med solenergi sin början i samband med oljekrisen på 1970-talet. De system som utvecklades från början var inte av önskvärd kvalitet och uppbyggnaden var alltför komplicerad. Detta medförde en alltför stor investeringskostnad i jämförelse med dåtidens energipris.

Solenergin har genom åren stimulerat på olika sätt genom bidrag, dessa investeringsbidrag har ändrats eller stoppats genom åren. Detta tillsammans med ett oljepris som kraftigt varierar och en osäker energipolitik har hämmat utvecklingen av solenergi.

En blocköverskridande energipolitik sedan 1997 har bidragit till en kontinuitet på Solvärmebidragen. Med stigande energipriser så kan solvärmetekniken i vissa situationer ha en stark konkurrenskraft.<sup>39</sup>

### 5.1.2 Plana Solfångare

I en solfångare värms ett flytande medium, oftast glykolblandat vatten upp i ett slutet system. Mediumet transporterar sedan värmen till ett värmelager t.ex. en ackumulatortank där den överförs.

En plan solfångare är uppbyggd av en isolerad låda, i ett icke korrosivt material. I lådan placeras isolering, diffusionsspärr, dammspärr och det absorberande materialet. Solfångaren kan täckas med ett skyddande glas som kan vara antireflexbehandlat för ökad prestanda. Dagens plana solfångare har en medelverkningsgrad på ca 50 % vid normala arbetstemperaturer.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> Andren (2008)

<sup>40</sup> Andren (2007)

### 5.1.3 Vakuum solfångare

Vakuum solfångare bygger på att en absorbatör placeras i ett glasrör där det råder vakuum. Vakuum har den egenskapen att det inte leder värme eller kyla och får därför upp till 30 % bättre verkningsgrad än plana solfångare beroende på omgivande omständigheter. Det finns två huvudprinciper för konstruktionen av absorbatören, *Heat pipe* och *U-tube*. *Heat pipe* arbetar med en förångande och kondenserande täckning i ett slutet system där energiöverföringen sker via en metallplatta. I *U-tube* system så sker energiöverföringen genom en absorbatör som står i direkt kontakt med solkretsen.

För vakuumrören finns två grundläggande typer, enkelglas och dubbelglas. System med dubbelglas har den fördelen att absorbatörytan är cylindrisk och därmed inte behöver vinklas för att få optimal solinstrålning. Systemet för vakuumsolfångare med styrenheter, cirkulationspump och rörledning till och från solfångarsystemet skiljer sig inte mot andra solvärmesystem.<sup>41</sup>

### 5.1.4 Placering

Placeringen av solfångarna är en viktig detalj för att kunna försvara kostnaden mot det önskade energiutbytet. Det viktiga är vinkeln och vädersträcket som solfångarna ska placeras i för att solinstrålningen ska maximeras. I normala fall är den bästa placeringen av solfångaren i söderläge med en lutning från horisontalplanet på 25-65 grader.<sup>42</sup> Idealvinkeln för en glasad solfångare för Sverige är ca. 15 grader under breddgraden. Lutningen som man placerar solfångaren i varierar med användningsområdet. Med en kraftigare lutning skapas en bättre infallsvinkel under vår och höst och även snölasten minskas som är speciellt viktigt gällande vakuumsolfångare.

Om vinkeln istället minskas så optimeras användningen av solfångarna på sommaren. Omgivningen där man ämnar placera sina solfångare är av stor betydelse då man ska undvika skuggning av dem.<sup>43</sup>

För att minimera värmeförluster i stamledningarna till och från solfångarna och även kostnaderna för ledningarna, så placeras lagringstanken så nära solfångarna som möjligt.<sup>44</sup>

---

<sup>41</sup> Andren (2007)

<sup>42</sup> Andren (2007)

<sup>43</sup> Andren (2008)

<sup>44</sup> Andren (2007)



Tabell 1: Reduceringsfaktor

Riktning	Lutning 15Grader	30 grader	45 grader	65 grader
S	0,91	0,99	1,00	0,96
S,V	0,87	0,92	0,93	0,89
V,O	0,79	0,78	0,75	0,69

Tabellen är hämtad från Andren (2007)

### 5.1.5 Dimensionering

Dimensioneringen av en solvärmeanläggning har en stor inverkan på verkningsgraden och därmed avkastningen på gjord investering. Vilken värmelast som anläggningen ska klara av är viktigt att fastställa så att den inte blir överdimensionerad och därmed får en sämre verkningsgrad per investerad krona. Överdimensionerade anläggningar ger en överskottsvärme under sommaren samtidigt som täckningsgraden av den totala värmelasten inte nämnvärt ökar.<sup>45</sup>

En solfångare omvandlar mest energi till värme då belastningen på systemet är hög, därmed eftersträvas en underdimensionerad anläggning före en överdimensionerad. Täckningsgraden varierar beroende på hur systemet är uppbyggt men en normal täckningsgrad ligger på ca 20-35%. För dimensionering av anläggningen i ett flerbostadshus är en bra regel att täcka 40-50% av tappvarmvattenbehovet. Det som avgör dimensioneringen av solvärmesystemet är tappvarmvattnet och uppvärmningsbehovet under sommaren. Normalt är det tappvarmvattnet som är vägledande och det styrs av hur många personer som bor i huset.<sup>46</sup>

När solfångararean ska bestämmas ser man till antalet lägenheter och värmelagrets volym. När solfångarna endast ska producera värme till tappvarmvatten med en liten beredarevolym så räcker 3-4m<sup>2</sup> plan solfångare per lägenhet. I ett bra utformat system ger en plan standardsolfångare ca 400 kWh/m<sup>2</sup>.år. Vakuum solfångarna ger ca 30 % mer.<sup>47</sup>

<sup>45</sup> Andren (2007)

<sup>46</sup> Andren (2008)

<sup>47</sup> Andren (2007)

Tabell 2

Solfångararea	Varmvattensystem	Kombisystem
Per person	1-2 m <sup>2</sup>	2-3 m <sup>2</sup>
Per lägenhet	3-4 m <sup>2</sup>	5-8 m <sup>2</sup>
Värmelager		
Per m <sup>2</sup> solfångare	50-75 liter	75-100 liter
Per lägenhet	200-300 liter	300-500 liter

Tabellen är hämtad från Andren (2007)

### 5.1.6 Värmelager

Akkumulatortank används för att lagra energi och dimensioneras med hänsyn till vilka värmekällor som ingår i systemet. I ett solvärme system så är ett bra riktvärde för storleken på tanken ca. 75 l per m<sup>2</sup> solfångare. Om tankvolymen i förhållande till solfångarens area är liten så blir temperaturstegringen kraftig som därmed ökar värmeförlusterna och verkningsgraden minskar.

Hur värmeväxlaren placeras i akkumulatortanken har stor inverkan på täckningsgradens storlek. I ett system där en enkel värmeväxlare sköter överföringen av energi så blir täckningsgraden ca 40 %. Om man istället arbetar med två värmeväxlare, där den ena förvärmer redan i botten på tanken kan täckningsgraden öka upp emot 70%. Om akkumulatortanken kompletteras med en extern värmeväxlare så kan täckningsgraden öka ytterligare, upp emot 80% är möjligt tack vare att temperaturskiktningen i tanken ökar.<sup>48</sup>

### 5.1.7 Bidrag

I Boverkets föreskrifter och allmänna råd (BFS 2009:2) om stöd för investeringar i solvärme står följande.

#### Paragraf 2.

Stöd till solvärmeanläggningar lämnas till solfångare som är märkta med solar keymark, och har ett årligt värmeutbyte beräknat enligt paragraf 5.

#### Paragraf 5.

Det stöd som erhålls beräknas utifrån solfångarens årliga värmeutbyte vid medeltemperaturen 50°C av värmebärarens ingående och utgående temperatur vid passagen genom solfångaren. Beräkningarna för detta skall göras med bilaga Swedish Annual Energy Gain med förutsättningen att Solfångaren är vänd mot söder i 45 graders lutning.

<sup>48</sup> Andren (2007)

Väderdata: solinstrålningen och utetemperatur från Stockholm i enlighet med meteonorm version 6.0 baserat på mätningar 1996-2005.

Hur stort bidraget blir beror på solfångarens årliga värmeutbyte och beräknas från följande formel.

$$\text{Bidrag} = C \times N \times X$$

C = solfångarmodulens årliga värmeutbyte i kWh

N = antal moduler

X = bidragets storlek i kronor per årligt värmeutbyte i kWh

### 5.1.8 Undersökning Grönkullagatan 1

Då Per Ödman tillfrågas om hur Öresundskraft ställer sig till solfångaranläggningar inkopplade på fastigheter som får sin energi från deras fjärrvärmenät, svarar han att företaget har en positiv inställning där de vill verka för en förbättrad energi konsumtion. Han säger också att man får titta närmare på lösningen från fall till fall för hur solfångaranläggningen ska anslutas till fjärrvärmenät.

#### 5.1.8.1 Läge

Grönkullagatan 1 är orienterad med gavelsidorna i nordlig respektive sydlig riktning med långsidorna mot väster och öster. Takkonstruktionen består av ett låglutande pulpettak som vetter mot öster med en lutning på (1:40).



Med detta som utgångspunkt skall lämplig placering och vinkel för montage av solfångare bestämmas, så att dessa ger en optimal avkastning per investerad

krona. Montage av solfångare längs byggnadens långsidor är inte lämplig då detta kräver att solfångarmodulerna vinklas ut från fasaden i sydöstlig respektive sydvästlig riktning för att bli någorlunda effektiva. Detta är en kostsam och komplicerad lösning som försvårar underhåll och förändrar byggnadens visuella uttryck radikalt. Av dessa skäl kommer detta alternativt att helt bortses ifrån.

Kortsidan som vetter mot söder och det flacka taket erbjuder de lämpligaste platserna för montage av solfångare. Gavelsidan lämpar sig väl för montage av solfångare då denna är söderorienterad och endast skyls från solinstrålning av mindre buskage.

Det låglutande taket medför möjligheten att placera solfångare på stativ där önskad vinkel kan ställas in. Helsingborg ligger på 56 breddgraden och idealvinkeln anses vara 15 grader under breddgraden. Detta resulterar således i en idealvinkel om 41 grader för solfångarmontage.

#### *5.1.8.2 Befintlig undercentral*

Undercentralens ålder är okänd men troligen är den från mitten av 1990-talet.<sup>49</sup> Då ingen statistik har förts över varmvattenförbrukningen kommer solfångarsystemet att dimensioneras efter tabell 2. Varje undercentral betjänar fyra byggnader med värme. I detta arbete utgår vi dock från ett solvärmesystem dimensionerat för endast en byggnad. Arean lämplig för montage av solfångare på en byggnad, räcker dock till för att montera nog med solfångare för att täcka fyra byggnaders tappvarmvattenbehov. Detta skulle givetvis förbättra investeringsåterkastningen, då kostnaderna för installation och underhåll skulle kunna fördelas på fyra istället för på endast en byggnad.

#### **5.1.9 Lämplig area för montage av solfångare**

Den takarea som lämpar sig för montage av solfångare anses vara takets totala area minus en meter in från takfoten runt om hela byggnaden. Detta för att möjliggöra framkomlighet, underhåll och inspektion av vattenavrinningsystemet. Detta anses även vara tillräckligt för eventuella takgenomföringar.

Total takarea: 456m<sup>2</sup>

Takarea lämplig för montage av solfångare: 360m<sup>2</sup>

---

<sup>49</sup> WSP

Lämplig area för montage av solfångare på byggnadens södra gavel bestäms utifrån att det buskage som idag finns på platsen i framtiden kan vara mer betonat. En fri höjd för solfångare bedöms till 4 meter ovan marknivå.

Total gavelarea: 102m<sup>2</sup>

Gavelarea lämplig för montage av solfångare: 54m<sup>2</sup>

Total lämplig area för montage av solfångare för Grönkullagatan 1:

360 + 54 = 414m<sup>2</sup>

#### 5.1.10 Dimensionering av solsystem på Grönkullagatan 1

Tabell 2 är en generell metod för dimensionering av den ungefärliga arean för ett solvärmsystem. Mätning av den verkliga tappvarmvattenförbrukningen rekommenderas vid framtida projektering. Energiförluster i anslutningarna mellan ackumulatortanken och solfångarna är helt beroende på hur väl anslutningarna isoleras samt avståndet mellan solfångare och ackumulatortank. Dessa värmeförluster uppskattar vi till ca.5 %

Beräkningarna görs av solfångare av typerna plansolfångare och vakuumsolfångare. Information om dessa hämtas från Enertech. Enertechs solfångare är märkta med solar key mark och de uppfyller därmed de av Boverket ställda reglerna gällande bidrag. Dimensionering av solfångarsystemet bedöms efter tappvarmvattnet på Grönkullagatan 1 enligt tabell 2.

Teknisk data för solfångare från Enertech.

Typ	Pris kr (exkl moms)	Längd mm	Bredd mm	Vikt kg	Apertur area m <sup>2</sup>	Utbyte vid 50 kWh/m <sup>2</sup> .år
Plan	8,000	2.27	1.22	52	2.5	396
Vakuum	11,500	1.64	1.39	37	2	496

##### 5.1.10.1 Solfångarearea

Grönkullagatan 1 består av 12 lägenheter och i tabell 2 kan vi avläsa att areabehovet är 3-4m<sup>2</sup> per lägenhet för plana solfångare:

12 x 4 = 48m<sup>2</sup>

Energiutbytet blir:

48m<sup>2</sup> x 396 kWh/m<sup>2</sup>.år = 19.008 kWh/år

För att samma energiutbyte ska uppnås med vakuumsolfångare som med plana solfångare krävs:

19.008kWh/år / 496kWh/m<sup>2</sup>.år = 38,3m<sup>2</sup>

Modulmått för solfångare:

Plansolfångare  $2.27 \times 1.22 = 2,7694 \text{ m}^2$

Vakuumsolfångare  $1.64 \times 1.39 = 2.2796 \text{ m}^2$

Varje plansolfångare har  $2.5\text{m}^2$  absorptionsyta. Antalet moduler kan då bestämmas till:

$$48 / 2.5 = 19.2\text{st.}$$

Den sammanlagda arean för ett solfångarsystem med plana solfångare blir då:

$$19,2 \times 2.7694 = 53.17\text{m}^2$$

Vakuumsolfångarna har en något mindre absorptionsyta,  $2\text{m}^2$ . Antalet moduler blir i detta fall:

$$38.3 / 2 = 19.15\text{st.}$$

Den sammanlagda arean för ett solfångarsystem med vakuumsolfångare blir således även den mindre:

$$19.15 \times 2.2796 = 43.65\text{m}^2$$

#### **5.1.10.2 Bidrag**

Det bidrag som kan sökas av boverket uppgår till

$(396 \times 2.5) \times 19 \times 2.5 = 47,000\text{kr}$  för plana solfångare och lika mycket

$(496 \times 2) \times 19 \times 2.5 = 47,000\text{kr}$  för vakuumsolfångare.

#### **5.1.11 Värmeförluster**

##### **5.1.11.1 Rör**

Värmeförlusterna mellan solfångare och ackumulatortank är svåra att bedöma med anledning av att vi ej kommer att gå närmare in på dragningen av ledningarna eller placeringen av ackumulatortanken. En ungefärlig värmeförlust beroende av dessa faktorer uppskattas till 5%.

$$0,95 \times 19,008 = 18\,057\text{kWh/år}$$

##### **5.1.11.2 Ackumulatortank**

Baserat på tabell 2 och riktvärdet om  $75\text{l/m}^2$ .solfångare väljs en ackumulatortank på  $3,6\text{m}^3$ . Även ett system med förvärmning av värmeväxlaren väljs då täckningsgraden blir väsentligt högre, ca 70% av vad anläggningen ger.

$$0.70 \times 18\,057 = 12,640 \text{ kWh/år}$$

## 5.1.12 Kostnad solfångaranläggning

### 5.1.12.1 Kostnad för solfångare

Plansolfångare:

$$19 \times 8000 = 152,000 \text{ kr}$$

Vakuumsolfångare:

$$19 \times 11,500 = 218,500 \text{ kr}$$

För att uppnå den verkningsgrad som vi har använt oss av i beräkningarna så måste de plana solfångarna monteras på stativ med 41 graders lutning. Stativen ger upphov till en merkostnad för de plana solfångarna. Vidare tillkommer kostnaden för bygglov vid montage av solfångare, denna merkostnad kan dock bortses ifrån då kostnaden kan inkluderas i den för övriga bygglov som behöver sökas i samband med tilläggsisolering av bl.a. tak.

### 5.1.12.2 Kostnad för installation och underhåll

Hänsyn för ackumulatortank, installations- och underhållskostnader tas ej i kalkylen. Detta motiveras med att alltför stora variationer i prisbilderna av material och arbetskostnad förekommer. En prisbild utan orimligt stora felmarginaler bedöms inte kunna göras i nuläget. Vi hänvisar Helsingborgshem till att själva göra mer omfattande undersökningar av kostnaden för dessa områden.

## 5.1.13 Energibesparning (exklusive installation och underhåll)

Grönkulagatan 1 tar idag sin energi till tappvarmvattnet och värmen från Öresundskrafts fjärrvärmenät, som enligt Nils Holgersons utredning från ett flerbostadshus på 1000 m<sup>2</sup> har ett kWh pris på 65 Öre med moms.

Vi räknar med att solfångaranläggningen ska hålla i 20 år och man kan utgå från att priset kommer att stiga under denna tid men vi ser ingen mening att sja om detta, speciellt nu när priserna på energi sjunker. Så vi väljer att göra våra uträkningar på idag gällande priser för att få en bild på hur väl ekonomiskt gångbar investeringen är idag och om det inte lönar sig för tillfället så kan man då utläsa ungefär vilket pris energin måste ligga på för att få en gångbar investering.

Solenergi kWh/år x energi pris/kWh x 20år = energi besparning  
(avskrivningstid 20 år):

$$12 \text{ 640kWh/år} \times 0,65 \text{ kr} \times 20\text{år} = 164 \text{ 320 Kronor}$$

Gjord besparing för vakuumsolfångaresystem dimensionerat för en byggnad:  
Besparing = - 7 180 Kronor

Gjord besparing för vakuumsolfångaresystem dimensionerat för fyra byggnader:  
Besparing = 59 320 Kronor

Gjord besparing för plana solfångare dimensionerat för en byggnad:  
Besparing = - 28 720 Kronor

Gjord besparing för plana solfångare dimensionerat för fyra byggnader:  
Besparing = 237 280 Kronor

### 5.1.14 Diskussion

Det låga energipriset på fjärrvärmesystemet medför svårigheter att skapa en ekonomisk motivation att investera i solfångare. Men om ändå en investering av detta slag skulle göras med tanke på miljö och image. Rekommendera vi en anläggning med plana solfångare på taket som försörjer fyra byggnader med tappvarmvatten, för möjligheten att få avkastning på gjord investering ser vi som störst för detta alternativ. Rådande lågkonjunktur kan hjälpa Helsingborgshem att pressa priserna på installationen för att möjligen få investeringen att betala sig

Vi rekommenderar montage av plana solfångare på taket som försörjer fyra byggnader med tappvarmvatten. Men att detta är ekonomiskt försvarbart kan inte garanteras då marginalen mellan investering och besparing inte är stor. Om en investeringen i solfångare ska vara ekonomiskt gångbar så ska systemet för uppvärmning vara uttjänt då kvittning av installationskostnaderna då kan göras.

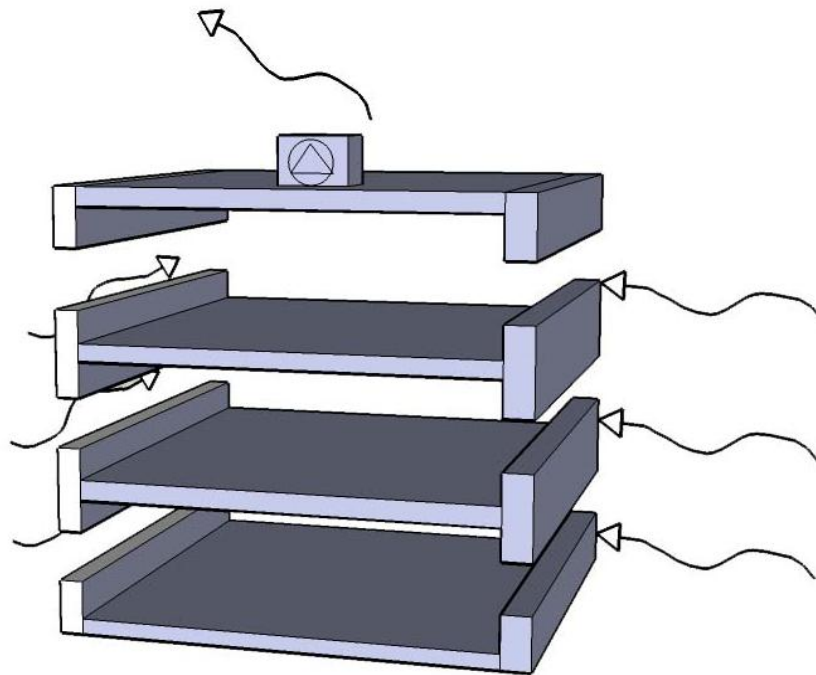
## 5.2 Ventilation

### 5.2.1 Befintlig ventilation

Grönkullagatan 1 har idag ett mekaniskt frånluftssystem som beskrivs närmare under 5.2.2.1. En täthetsprovning utförd av WSP visar på att huset är förhållandevis tätt. I WSP-rapporten framgår även att besök hos hyresgästerna visade att många hade fönstren öppna, detta tyder på dålig ventilation.

Grönkullagatan 1 har ett frånluftssystem som helt saknar värmeåtervinning som får följden att stora mängder energi går förlorad. Här följer därför en beskrivning av några ventilationssystem med värmeåtervinning som skulle kunna vara lämpliga Grönkullagatan.





*Principbild av ett frånluftssystem*

*(Egen)*

## 5.2.2 System med värmeåtervinning

### 5.2.2.1 Frånluftventilation med värmepump, Typ FVP

I ett frånluftssystem tillförs tilluften via ventiler och otätheter och förs bort med en frånluftsfläkt. Luften som tillförs byggnaden blir sålunda både ouppvärmad och ofiltrerad. Frånluftsdonen placeras i rum med den sämsta luften, som kök och badrum där frånluftsfläkten reglerar strömningens riktning och önskat luftflöde.

Ett sätt att ta tillvara på den värme som går ut genom frånluftskanalen, är att installera en värmepump vars förångardel är placerad i den varma frånluftskanalen. Därmed kan den överföra värme från frånluften till tappvarmvattnet eller till ett vattenburet värmesystem.<sup>50</sup>

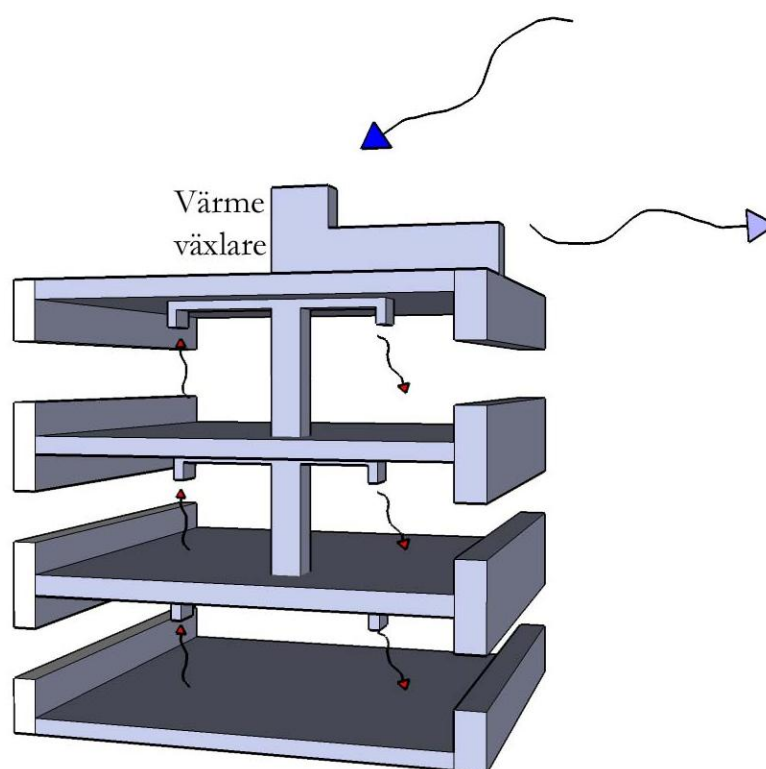
Från samtal med Per Ödman på Öresundskraft så finns det inga motsättningar att koppla in en frånluftsvärmepump på en fastighet med fjärrvärme från dem.

### 5.2.2.2 Till- och frånluftventilation med värmeväxling, Typ FTX

Ett FTX-system fungerar genom att tilluften leds genom en värmeväxlare. Genom samma värmeväxlaren leds även frånluften vilket resulterar i ett

<sup>50</sup> Warfvinge (2007)

värmeutbyte där emellan. Denna åtgärd medför att uppvärmningsbehovet av tilluften minskar med 70-80 %. I värmeväxlaren passerar till- och frånluften även luftfilter. Tilluften filtreras för att rena uteluften från eventuella partiklar och frånluften passerar ett luftfilter innan det når fläkten för att denna inte ska bli smutsig alltför hastigt. Från värmeväxlaren leds tilluften ner genom särskilda tilluftkanaler till utrymmena som ska ventileras. Rätt konstruerat och justerat ger systemet ett behagligare inneklimat än ett frånluftssystem. Problem kan dock förekomma i form av missljud och/eller drag om systemet ej är korrekt utformat för ändamålet. Systemet kräver regelbundet underhåll för att fungera oklanderligt. Framst är det då luftfilter och fläktar som behöver rengöras men även luftkanalerna behöver rengöras emellanåt.<sup>51</sup>



*Principbild av ett FTX-system*

(Egen)

## 5.3 Ventilationssystem för Grönkullagatan 1

### 5.3.1 Besparingspotential med ett FTX-system

Ett FTX - system kan höja inneklimatets standard kraftigt. FTX-systemet filtrerar bort skadliga partiklar samtidigt som värmeväxlaren återvinner värmeenergin ifrånluften. Nackdelen med systemet är den omfattande

---

<sup>51</sup> Warfvinge (2007)

installationen. Nya till- och frånluftskanaler ska installeras i hela fastigheten, utrymme för kanaler och värmeväxlare ska finnas och noggrann justering av systemet ska göras. Utöver detta förbrukas en del av den besparade uppvärmningskostnaden av det underhåll som systemet kräver.<sup>52</sup>

Beräkningar baseras på ett FTX-system med antagen verkningsgrad på 85 %. Genom att mata in 85 % värmeväxling i den modell av Grönkullagatan 1 som gjorts i Isover Energi 2 visar programmet på en besparing om 29kWh/m<sup>2</sup>.år. Den totala energibesparingen för fastigheten blir 42 000 kWh/år, men då är inte underhållselen för drift av systemet inkluderat.

### 5.3.2 Besparingspotential med ett FVP-system

FVP-systemet finns, förutom den i frånluftskanalen monterade värmepumpen redan i byggnaden. FVP-systemets fördelar kan således tas till vara efter endast mindre ingrepp på fastigheten. Systemet kan dimensioneras för värmeåtervinning till tappvarmvattnet och/eller uppvärmningssystemet.

I fallet med att installera en frånluftsvärmepump på Grönkullagatan 1 behöver inte Boverkets byggregler följas, men i den tilltänkta renoveringen kan tänkas att sådana ingrepp görs så att reglerna måste följas. Då kan det vara av intresse att hamna under kravet på minsta effekt på 10W/m<sup>2</sup> för ett inte definieras som ett eluppvärmt hus och därmed få kravet 55kWh/m<sup>2</sup> och år. Gällande Grönkullagatan 1 hamnar vi på en effekt på frånluftsvärmepumpen på 8 kW och blir därmed ej definierade som etteluppvärmt hus.

#### 5.3.2.1 Värmepump

Beräkningar baserade på produktfakta om en värmepump från Nibe i kombination med indata från Grönkullagatan 1, bilaga 1, ger en energibesparing på 54 000 kWh/år för ett system utformat efter värmebehovet. Utformas systemet istället för både värme- och tappvarmvattenbehovet blir energibesparingen istället 55 000 kWh/år.

Med hjälp från Nibes dimensioneringssystem får vi att ett system dimensionerat för varmvatten och värme bara ger 200 ytterligare drifttimmar för värmepumpen, med de förhöjda installationskostnaderna som det systemet innebär finns det inget ekonomiskt motiv att välja detta. Värmepumpen dimensioneras därför endast för värmeförbrukningen på Grönkullagatan 1.

#### Kostnad

Värmepump 41 000 Kronor (exklusive moms)

---

<sup>52</sup> Warfvinge (2007)

Installation ca. 200 000 Kronor  
Drift 13 600 kWh/år

Besparing  
54 000 kWh/år

Totalt ger detta en besparing på:  
 $54\,000 \text{ kWh/år} - 13\,600 \text{ kWh/år} = 40\,400 \text{ kWh/år}$

Som ger en årlig besparing på ca 26 260 kronor

### 5.3.3 Diskussion

Besparingspotentialen för de båda systemen är ganska likvärdig. Då installationskostnaderna för ett FTX – system inte lätt går att fastställa p.g.a. det komplicerade installationsarbete som krävs för ventilationsrör till tilluftskanalerna är det svårt att definitivt avgöra vilket system som lämpar sig bäst för detta specifika fall. Ett FTX – system bör dock väljas om installationskostnaden för detta inte blir klart dyrare än den för ett FVP – system. Detta baseras på det behagliga inneklimat för de boende som blir av ett korrekt injusterat FTX-system.

## 6 Besparingsystem

### 6.1 Resurseffektiva blandare

Undersökningar har visat att stora delar av ett hushålls varmvattenförbrukning sker i onödan, exempelvis används varmvatten ofta vid tillfällen då kallvatten hade fungerat lika bra. Mer än en femtedel av den totala energianvändningen går åt att värma upp tappvarmvatten i en lägenhet.<sup>53</sup> Genom installation av resurseffektiva kranar kan både vatten- och energiförbrukningen minskas. Energieffektiva kranar behöver inte vara särskilt mycket dyrare i inköp än vanliga kranar och de kräver inte heller någon kostsam installation.

#### 6.1.1 Sparstrålsamlare

Blandare med inbyggd sparstrålsamlare kan införskaffas, alternativt kan sparstrålsamlare eftermonteras på blandarna med mycket enkla medel. Dessa sparstrålsamlare ökar vattenhastigheten och blandar in luft i vattenstrålen. Detta leder till en viss hammareffekt vilket resulterar i en hög sköljverkan vid ett mindre vattenflöde. Sparstrålsamlare kan minska tappvattenbehovet med nästan 50 %.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Energimyndigheten

<sup>54</sup> Internet Elless (2009)

### 6.1.2 Resurseffektiva kranar

Vanliga vattenblandare spolar ljummet vatten då kranen är inställd rakt upp, detta innebär oftast att brukaren får ljummet vatten i situationer då vattnet lika väl hade kunnat vara kallt. De nya snålspolande kranarna tvingar istället brukaren att aktivt välja ljummet vatten, om detta inte görs är vattnet ouppvämt. För varmvatten måste kranen vridas till sitt yttersta läge och där hållas kvar, när sedan brukaren släpper kranen så fjädrar denna tillbaka till grundläget.<sup>55</sup>

### 6.1.3 Besparingspotential för resurseffektiva blandare

Tappvarmvattenförbrukningen kan minskas med upp till 40 % genom att byta till resurseffektiva kranar i kök, badrum och tvättställ.<sup>56</sup> Vid inmatning av denna procentsats i Isover Energi 2 visar programmet på en energibesparing om ca. 12 kWh/m<sup>2</sup>.år.

Total besparing 10 920 kronor per år.

## 6.2 Individuella vatten- och värmemätare

Tanken med individuell mätning och debitering av hyresgäster i flerbostadshus innebär att den enskilde hyresgästen ska betala för den värme och det vatten som han/hon förbrukar. Den totala vatten- och värmeförbrukning skiljer sig markant för personer bosatta i flerbostadshus och i småhus. Troligen är detta en direkt orsak av att de flesta boende i flerbostadshus aldrig ser något samband mellan den faktiska förbrukningen och sin elräkning vilket leder till ett större slöseri. Statistik från energimyndigheten säger att den genomsnittliga energianvändningen för flerbostadshus år 2007 ligger på 151 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>57</sup> För småhus är den genomsnittliga siffran istället 121,7 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>58</sup>

I Sverige rör sig utvecklingen mot en mer individuell mätning av energianvändningen, för tillfället är ca. 1.2 % av lägenheterna utrustade med någon form av individuell mätning. Erfarenheter från Sverige och utlandet visar att användningen av värme och vatten kan minskas med upp till 10-30 % genom individuell debitering.<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> Energimyndigheten

<sup>56</sup> Energimyndigheten

<sup>57</sup> Energistatistik för flerbostadshus (2007)

<sup>58</sup> Energistatistik för småhus (2007)

<sup>59</sup> Boverket

I Lennart Berndtssons rapport från 2005 gör han en grov uppskattning av vad konsekvensen skulle bli om alla flerbostadshus skulle utrustas med individuell mätning av vatten- och värmeförbrukning. Berndtsson uppskattar att energikostnaden för värme och tappvarmvatten skulle minska med 2,4- 4,8 miljarder kronor per år. Vattenkostnaderna skulle minska med 0,4-0,8 miljarder kronor per år. Kostnaderna för den individuella mätningen bedömer Berndtsson till 400 kronor per lägenhet och år för underhåll och drift, och en investeringskostnad per lägenhet om 7000 kronor. Sammantaget får han en återbetalningstid på 4-9 år.

I flera länder, exempelvis Danmark har man delvis på grund av EU-direktiv (93/76/EEG) om begränsningar av koldioxidutsläpp, infört individuell mätning och debitering av lägenheter. Ett skäl till att Sverige inte känner samma press från direktivet, är att Sveriges bostadsbestånd till stor del redan är förhållandevis väl isolerat och därmed energisnålt. Införandet av individuell mätning skulle resultera i en minskning av Sveriges koldioxidutsläpp med knappt 1 %, detta på grund av att en stor del av flerbostadshusen värms upp med fjärrvärme.

#### 6.2.1 Metoder för mätning av värme och tappvarmvatten

- Mätning av rumstemperaturen i varje lägenhet.
- Mätning av tillförd värme till varje lägenhet
- Värmemängds mätning
- Radiatormätning

##### 6.2.1.1 Värmemängdsmätning

Värmemängdsmätning är bara lämpligt att applicera på nya byggnader då det är en klar fördel om värmen kommer in i lägenheten från endast en punkt då detta innebär att endast en mätare behövs.

##### 6.2.1.2 Radiatormätning

Radiatormätning är lämpligt att tillämpa i äldre byggnader. Radiatormätning är en elektronisk mätutrustning som appliceras på radiatoren och som avläser dennes värmeavgivning. Radiatormätarna kan kopplas till ett radiatorsystem för fjärravläsning. En nackdel med radiatormätning är att detta system kommer att missgynna lägenheter som ligger på skuggsidan av en byggnad större delar av dagen. Dessa lägenheter kommer att kräva mer värmeförsel för att uppnå komfortvärme gentemot en lägenhet som ligger på byggnadens solsida.

### 6.2.1.3 Mätning av rumstemperatur

Om debitering sker genom mätning av rumstemperaturen i lägenheterna brukar en bastemperatur på ca 21°C utgå ifrån. Om denna bastemperatur överstigs debiteras lägenhetsinnehavaren och om bastemperaturen istället understigs så returneras pengar. En nackdel med systemet är att lägenhetsinnehavare inte bestraffas för okynnesvädring.

### 6.2.1.4 Mätning av tappvarmvattenförbrukning

Mätning av tappvarmvattenförbrukning ger bra förutsättningar för en rättvis fördelning av kostnaderna. Men problem kan uppstå för de som bor högt upp i byggnader. Dessa kan ibland tvingas vänta länge på att vattnet ska bli varmt, något som de kommer att debiteras för. Problemet kan avhjälpas antingen genom att vid nybyggnad se till att alla har snabb tillgång på varmt vatten, eller att montera värmemätare med inbyggd temperaturgivare som läser både flödet och värmen.

## 6.2.2 Kostnader

Kostnads kalkylen baseras på att det finns i snitt 5 radiatorer per lägenhet på Grönkullagatan och att möjligheten att mäta varmvattenförbrukningen från en punkt finns.

Radiatormätare med installation	5st	2500kr
Mätare för varmvatten	1st	1500kr
Summa investering		4000kr

Driftkostnaderna för mätning av varmvatten och värme är 200-300 kronor per lägenhet. Till det tillkommer en administrationskostnad och övrigt underhåll. En ungefärlig kostnad om 400 kronor per år och lägenhet är troligen relativt sanningsenlig.<sup>60</sup>

### 6.2.3 Besparingspotential för individuella vattenmätare

Genom att göra de boende medvetna om sin förbrukning och göra så att denna står i direkt relation till deras avgifter skapas ett incitament för de boende att spara på sina utgifter och därmed minska sin förbrukning av värme och vatten. Detta resulterar vanligen i en minskning på 15-30 % men skillnaderna är stora.

### 6.2.4 Besparingspotential för individuella värmemätare

När fastighetsägaren inför ett system för individuell mätning av värmen så brukar en undre och övre gräns för innetemperaturen fastställas, det valbara spannet är vanligtvis 18-25°C. Om en eller flera av de boende vill ha 25°C i

---

<sup>60</sup> Bertsson (2007)

sin lägenhet leder detta till en högre framledningstemperatur som i sin tur resulterar i ökade värmeförluster genom ledningarna. Erfarenheter från genomförda projekt visar dock på ett sammanlagt minskat värmebehov om 10-20 % för värme och varmvattenbehovet.<sup>61</sup>

### 6.2.5 Besparingspotential för Grönkullagatan 1

Grönkullagatan 1 har 12st lägenheter, med tidigare aviserad kostnad blir investeringen:

12 x 4000 = 48 000 kr för installationer och utrustning

12 x 400 = 4800 kr/år för underhåll

Den totala besparningen för Grönkullagatan 1 blir ca 15 % av den totala värme- och tappvarmvattenanvändningen, vilket resulterar i en energibesparing om  $132 \times 0,15 = 19,8$  kWh/m<sup>2</sup>.år.

Total besparing blir ca 18 000 kr/år.

### 6.2.6 Diskussion

Installation av individuella mätsystem och resurseffektiva armaturer möjliggör en sänkning av energianvändningen från 132 kWh/m<sup>2</sup>.år till 112 kWh/m<sup>2</sup>.år.

Om Helsingborgshem övergår till att debitera hyresgästerna efter kallhyra så kan den gjorda investeringen i mätutrustning och armatur ingå i den, och den potentiella energibesparningen tillfalla den enskilde hyresgästen som motivation för att sänka sin energianvändning.

## 6.3 Värmestyrning

### 6.3.1 Befintligt system

Systemet för värmestyrningen på Grönkullagatan 1 sker idag i första hand efter den rådande utetemperatur. Denna regleras även mot en referenslägenhet för att säkerhetsställa systemets funktion.

### 6.3.2 Hur fungerar väderprognosstyrning

Vanligen brukar uppvärmningsbehovet av fastigheten styras efter enbart en parameter, utomhustemperaturen. Eftersom systemet inte tar hänsyn till kraftig blåst eller hög solinstrålning finns risken att inneklimatet blir kallt eller varmt utan att systemet kompenserar för detta.

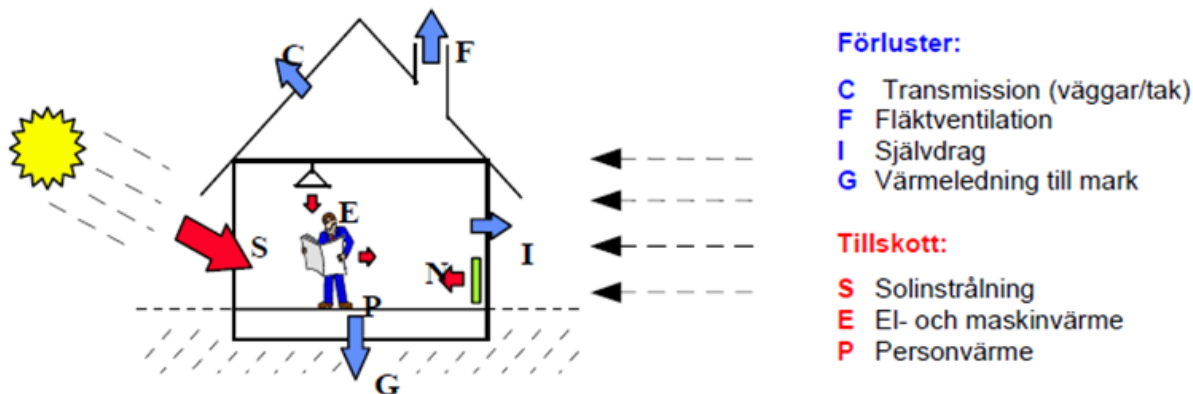
SMHI har utvecklat en modell för styrning av värmesystemet som tar hänsyn till temperatur, solinstrålning och vind tillsammans med byggnadens läge och konstruktion. Prognosstyrning går ut på att styra uppvärmningen efter de

---

<sup>61</sup> Berntsson (2007)



faktiska förhållandena för fastigheten gällande egenskaper, användning och väder.



Bilden är hämtad från [www.smhi.se](http://www.smhi.se)

I nettobehovet av tillförd energi till fastigheten ingår alla dessa parametrar och med hjälp av den ekvivalenta temperaturen (TE) och den önskade inomhustemperaturen (TI) ges det linjära sambandet  $N = K (TI - TE)$ . Genom att beräkna TE från en detaljerad väderprognos kan hänsyn tas till skeden både bakåt och framåt i tiden. Man kan då ta med byggnadens värmetröghet såväl som väderprognosen ett par timmar framåt. Styrningen sker sedan genom en balansering av värmetrögheten och kommande väder. Nyttan kan då dras av t.ex. byggnadens värmetröghet om man ser att solinstrålningen i framtiden kommer bli stor.<sup>62</sup>

Nackdelar med ett prognosstyrt system uppkommer självklart om väderprognosen inte stämmer.

### 6.3.3 Besparingspotential väderprognosstyrning

2005 styrdes ca 600 fastigheter med prognosstyrning. I många av dessa fall utgjorde prognosstyrningen bara en del av energieffektiviseringen av fastigheten. Då resultaten är en kombination av olika gjorda effektiviseringar kan inga rättvisande siffror för prognosstyrning framställas. I enstaka fall har dock identiska byggnader kunnat undersökas, där en byggnad har prognosstyrning och en annan vanlig styrning mot utetemperaturen. Dessa byggnader visar på att prognosstyrning har en besparingspotential om ca 15 % jämfört med konventionella system.<sup>63</sup>

<sup>62</sup> Hillberg (2007)

<sup>63</sup> Hillberg (2007)

Beräkningarna för besparingspotentialen med ett prognosstyrt system är gjorda på Elektro Relä AB hemsida enligt bilaga 2. I kostnaderna för att införa ett prognosstyrt system ingår en mottagare, installation för mottagaren, undersökning av förutsättningar för fastigheten och ett abonnemang för väderfiler från SMHI.

Med antagen 10 % besparingspotential får vi från Elektro Relä AB en besparing på ca 5000 Kronor per år förutom första året då kostnaderna för installation och mottagare medför en förlust på 3 700 kronor.

#### 6.3.4 Diskussion

Hur stor besparingen blir för ett väderprognosstyrt system varierar beroende på byggnadens konstruktion, täthet, värmetrögheten och dess geografiska förutsättningar. En fördjupad undersökning av dessa rekommenderas, enligt oss uppfyller fastigheten de grundläggande kraven för att ett prognosstyrt system ska vara ekonomiskt. Byggnaden har en tung stomme som kan tas i beaktande gällande värmelagringsförmågan. Rikligt med sol och vind i området, som ställer till problem om man bara styr efter utomhustemperaturen kan utnyttjas för att minska energiåtgången och värme/kyl topparna

### 7 Slutsats

40 år har passerat sedan fastigheterna längs Grönkullagatan stod färdiga. Om fastigheterna även i fortsättningen ska hålla hög boendestandard krävs omfattande renoveringsarbete inom det närmaste decenniet. Då bostadsområdet byggdes under åren 1966 till 1969 var Drottninghög att betrakta som stadens utkant. Idag då Helsingborg har expanderat väsentligt sedan 1960-talets slut är området inte fullt lika otillgängligt. Drottninghögs närhet till stadens centrum i kombination med höjd boendestandard kan mycket väl motivera den investering som en omfattande renovering och upprustning innebär. Trots att renoveringen och moderniseringen av fastighetsbeståndet innebär en hyreshöjning kommer AB Helsingborgshem troligen inte att drabbas av problem med outhyrda lägenheter.

Vid renovering av fastigheterna rekommenderas att tilläggsisolering av byggnadernas klimatskal sker parallellt. Oavsett byggnadsdel är åtgärdens effektivitet och kostnad starkt avgörande för det önskade valet, dock avgör byggnadslovsnämndens beslut om den önskade åtgärden får genomföras.

Tilläggsisolering av källare och kryppgrund sker lämpligast genom ökad isolering av källarbjälklagets undersida. Denna åtgärd är förhållandevis billig och enkel att utföra. Då den innebär att mindre energi försvinner ut genom

källarbjälklaget är den också effektivast, dock innebär den att kryppgrunden såväl som källaren blir svalare och därmed fuktigare. Åtgärden lämpar sig således enbart om källarutrymmen inte nyttjas för längre vistelser. Tilläggsisoleringen kompletteras lämpligen med isolering av väggpartiet närmast ovan och under mark. Åtgärden är lätt och billig att utföra och resulterar i en bättre värmeekonomi då denna motverkar köldbryggan mellan källarbjälklag och ytterväggar.

Tilläggsisolering av långsidorna sker lämpligen utvändigt, detta på grund av att fasaderna är i behov av upprustning. Utvändigt tilläggsisolering är också mycket effektivare än invändig motsvarighet då detta borgar för god kontinuitet. Förslagsvis demonteras långsidornas fasad. Denna yta tilläggsisoleras sedan varpå nya fasadskikt av tegel och skivmaterial monteras. I samband med demontering av betongplattorna och eterniten bör även balkongplattorna demonteras. Dessa ersätts sedan rimligen med nya plattor upphängda i, på fasaden monterade balkar för att minimera köldbryggorna.

Hur tilläggsisolering av gavlarna utförs är helt avgörande av den existerande skalmurens skick. Om förankringen mellan skalmuren och betongstommen är i gott skick rekommenderar vi att gavlarna tilläggsisoleras invändigt. Denna lösning är ett billigt alternativ och som i fallet med bebyggelsen längs Grönkullagatan erbjuder god kontinuitet då endast ett fåtal fönster finns på denna fasad. Om förankringen istället har korroderat måste denna bytas ut. Hela tegelfasaderna måste då demonteras och en ordentlig tilläggsisolering av gavlarna kan då göras utvändigt.

Vid genomförandet av så pass omfattande ingrepp som en fasadrenovering och tilläggsisolering innebär är det lämpligt att i samband med detta ersätta de befintliga fönstren med nya. Detta motiveras ytterligare av att de befintliga fönstren är gamla och fönsterbågarna är slitna. Vid fönsterbyte väljs lämpligen fönster med ett lågt U-värde, gärna under  $\lambda 1,0$

Mycket energi försvinner ut genom taken. I synnerhet om dessa är undermåligt isolerade som i fallet med bebyggelsen längs Grönkullagatan. En ordentlig tilläggsisolering av taket hade därför varit fördelaktig.

Byggnadslovsnämnden godkänner dock inte alltid ändringar av en byggnads visuella uttryck. Om en visuell förändring godkänns kan byggnaderna eventuellt kompletteras med ytterligare en våning. Det är också möjligt att tilläggsisolera taket utvändigt enligt principerna omvänt- eller DUO-tak. Dessa båda kan även kombineras med isolering med lösull eller cellplast av det befintliga taket. Om det krävs att takets utseende bevaras isoleras luftutrymmet antingen med lösull eller så ersätts hela takkonstruktionen med cellplast där kilformad cellplast skapar takfallet.

Den ekonomiska motiveringen av vald solfångaranläggning är baserad på beräkningar gjorda i en generell och förenklad beräkningsmall. De ekonomiska beräkningarna är således inte definitiva utan snarare riktvärden för att motivera ett val av anläggning. Grönkullagatan är idag uppvärmd med fjärrvärme, systemet har visat sig vara ganska billigt i drift vilket resulterar i en lägre lönsamhet hos eventuella nya system. Enligt oss finns ingen lönsamhet i ett nytt system om inte fjärrvärmepriset stiger i höjden kraftigt och/eller det befintliga systemet är så pass föråldrat att ett nytt system är tvunget att införskaffas. Installationskostnaderna kan då kvitteras mot installationen för ett solvärmesystem vilket hade motiverat investeringen.

Onödigt mycket energi går åt värma upp tappvarmvatten i hushållen. Stora besparingar kan med lätthet göras på detta område genom installation av resurseffektiva kranar och sparstrålsamlare. I samband med renovering av kök och badrum på Grönkullagatan gör man klokt i att installera sådan armatur då merkostnaden för detta är liten och besparingen betydande.

Känt sedan tidigare är att boende i lägenheter har en avsevärt högre energikonsumtion än boende i villor. Skillnaden beror huvudsakligen på att de boende i lägenheter inte drabbas av någon merkostnad om dessa slösar med resurserna. En boende i villa blir istället påmind genom sina räkningar hur värme- och vattenförbrukning påverkar deras ekonomi, något som vanligtvis sporrar dem att spara något på energiförbrukningen och därmed på ekonomin. Individuell mätning kan göras på flertalet olika sätt, oavsett valt system bör systemet om detta kopplas till individuell debitering resultera i mindre resursslöseri. Den ekonomiska besparingspotentialen för AB Helsingborgshem skulle komma att variera på hur debiteringen sker. Möjligheten att tjäna pengar på systemet ligger dock främst hos hyresgästerna. Dock är det svårt att konstruera ett helt rättvist system av enskild energimätning och debitering. Vinsten till följd av individuell vatten- och värmemätning blir främst miljömässig, men då en omfattande renovering ändå ska utföras blir merkostnaden troligen inte särskilt hög.

Genom användandet av modern värmestyrning kan ytterligare besparingar göras på uppvärmningskostnaden för byggnaderna. Systemet fungerar genom att effektivisera uppvärmningen genom att denna bara arbetar då det finns ett verkligt behov för detta. Systemet tar bland annat hänsyn till solinstrålning och byggnadens värmetröghet. Systemet bör resultera i högre komfort för de boende då temperatursvängningarna inte bör bli lika stora

## 8 Referenser

### Internet

AB Helsingborgshem 2009, [www.helsingborgshem.se](http://www.helsingborgshem.se)  
[Access 2009-03-20]

Byggahus 2009, [www.byggahus.se](http://www.byggahus.se)  
[Access 2009-03-25]

Elless 2009, [www.elless.com](http://www.elless.com)  
[Access 2009-05-10]

Energimyndigheten 2009, [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)  
[Access 2009-03-15]

### Litteratur

Anderlind Gunnar, Bond Sven, Stadler Claes-Göran, 1984, Fuktförhållanden vid tilläggsisolering av vindsbjälklag,

Andren Lars, 2007, Solenergi praktiska tillämpningar i bebyggelse

Andren Lars, 2008, Solvärme boken

Burström Per Gunnar, 2007, Byggnadsmaterial – uppbyggnad, tillverkning och egenskaper

Björk Cecilia, Laila Reppen & Per Kallstenius, 2003, Så byggdes husen 1880-2000,

Hall Thomas, 1999, Rekoråren ; en epok i svenskt bostadsbyggande

Lundahl, Gunilla, 1992, Miljonprogrammets bostäder : bevara - förnya - förbättra

Nevander L E, Elmarsson B, 2001, Fukthandbok, Praktik och teori

Sandin Kenneth, 2004, Praktisk husbyggnadsteknik

Warfvinge Catarina, 2007, Installationsteknik

## **Muntliga kontakter**

Cacija Anto, AB Helsingborgshem, 2009

Elektro Relä AB, 2009

Enertech AB, 2009

Herman Georg, AB Helsingborgshem, 2009

Larsson Magnus, Nibe, 2009

Sentler Lars, LTH, 2009

Ödman Per, Öresundskraft, 2009

## **Rapporter**

Berntsson Lennart, 2005, Individuell mätning av varmvatten och värme i lägenheter

Boverket, 2002, Hushållning med kallt och varmt tappvatten  
Individuell mätning och temperaturstyrning

Boverket, 2008, Individuell mätning och debitering i flerbostadshus

Boverket, 2008, Boverkets byggnads regler 2008, Energihushållning

Energimyndigheten, 2006, Effektiva kranar sparar energi - faktablad

Energimyndigheten, 2007, Energistatistik för småhus

Energimyndigheten, 2007, Energistatistik för flerbostadshus

Hillberg Anders, 2007, SMHI Företag och Media

Johansson Bernad, 2007, WSP rapport energianalys Grönkullagatan,  
Drottninghög

## 9 Bilagor

### 9.1 Bilaga 1 – Frånluftsvärmepump

Indata

Indata för frånluftsvärmepump

Luftomsättning = 0,5

Volym = 3900 m<sup>3</sup>

Omsättning i timmen för fastigheten = 1950 m<sup>3</sup>

Frånluftstemp = 21 grader

Värmepump

Vald värmepump kommer från Nibe och med indata från Grönkullagatan 1 dimensionerade dem följande pump till oss

- 41 000 Kr (exklusive moms)
- Installationskostnad Ca 200 000 Kr
- Effekt 8kW
- Kyl effekt 9,5kW
- Energiåtgång 1,7-2 kW
- Drifftid för dimensionering efter värme 6800 tim
- Drifftid för dimensionering efter varmvatten och värme 7000 tim

## 9.2 Bilaga 2 – Prognosstyrning

	År 1	År 2	År 3
Besparing	9369.36 kr	9369.36 kr	9369.36 kr
Installation	8750 kr	0 kr	0 kr
Abonnemang	4375 kr	4375 kr	4375 kr
<b>Nettobesparing</b>	<b>-3755.64 kr</b>	<b>4994.36 kr</b>	<b>4994.36 kr</b>

Fastigheternas totalyta:  m<sup>2</sup>

Genomsnittförbrukning inkl vv.:  kWh/m<sup>2</sup> & år

% andel varmvatten (vv):  %

Genomsnittsförbrukning exkl vv.:  kWh/m<sup>2</sup> & år

Fjärrvärmepris per kWh:  kr

Uppvärmningskostnad:  kr

Potentiell besparing:  %

Sänkta energikostnader per år:  kr

Installationkostnad per UC:  kr

Abonnemang SMHI Prognosstyrning:  kr

Antal undercentraler/installationer:  st

Abonnemangspris per m<sup>2</sup> / år:  kr

Visa energibesparing inkl. moms: