

# Energieffektivisering av miljonprogramshus



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Bygghälsa

Examensarbete:  
Malin Olsson  
Sara Razzaq

© Copyright Malin Olsson, Sara Razzaq

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 2014

## Sammanfattning

Miljonprogrammet är en benämning för bostadspolitiken och bostadsbyggandet som skedde i Sverige under 60- och 70-talet. Befolkningen upplevde en stor bostadsbrist, som krävde akuta lösningar. Beslutet som landets politiker tog, var att bygga en miljon bostäder på ett snabbt och effektivt sätt. Målet var att minska bostadsbristen, tillfredsställa hyresgästernas behov samt ge dem en högre levnadsstandard. Under projekteringen och produktionen låg fokus på effektivisering och standardisering av arbetet. Detta resulterade i nya byggtekniska lösningar som än idag används och utvecklas. Miljonprogramshusen byggdes under en tidperiod då det endast förekom ett fåtal energikrav.

I dagsläget står miljonprogramshusen inför behov av stora renoveringar. Synen på bostäder har förändrats och nya byggkrav har införts. Energistatusen är en av de viktigaste parametrar som i dagsläget ligger i fokus. Nya hus byggs och gamla renoveras, för att vara energisnåla samt få en hög levnadsstandard som motsvarar dagens krav.

Offerkällan är hyresfastigheter byggda under miljonprogramsperioden, 1967-69, av LKF, Lunds Kommuns Fastighets AB. I dagsläget utförs en renovering av dessa hus som snart är färdigställd. Under renoveringsarbetet valdes den bästa tekniska lösningen både med hänsyn till energistatus samt ekonomi.

I denna rapport redovisas den beräknade energistatusen både före och efter renoveringen. Förslag på kompletterande åtgärder för att sänka energiförbrukningen, utan hänsyn till ekonomidelen, har angetts. Resultatet visar att den utförda renoveringen av bostadsområdet inte gav högre effekt- och energiklasser. Renoveringsåtgärderna som LKF genomförde kunde inte minska energianvändningen, därmed kunde inte de gällande krav från BBR uppnås. Detta innebär att det kommer att krävas ytterligare åtgärder med hänsyn till de satta miljömålen år 2020.

De förbättrade åtgärderna som föreslås i denna rapport ger lägre energianvändning, vilka uppfyller gällande krav från BBR.

Nyckelord: Miljonprogramshus, energieffektivisering, isolering, bostäder, renovering, hållbart.

## **Abstract**

The Million program is a designation for housing policy and housing construction that took place in Sweden in the 60 - and 70's. The population experienced a significant housing shortage, which required urgent solutions. The decision, which the country's politicians took, was to build 1 million homes in a quick and efficient manner. The goal was to reduce the housing shortage, satisfy tenants' needs and give them a higher standard of living. During the design and production focus was on streamlining and standardization of work. This resulted in new building technology solutions that today are used and developed. The Million homes were built during a time period when there existed only a few energy demands.

In the current situation are the million houses before the need of major renovations. The views of the dwellings have changed and a new construction requirement has been introduced. Energy status is one of the most important parameters in the current situation is in focus. New buildings are being built and old renovation, to be energy efficient and have a high standard of living that meets current requirements.

“Offerkällan” is rental property built under the million period, 1967-69, the LKF, Lund Kommuns Fastigets AB. In the current situation performs a renovation of the houses, which will soon be completed. During the renovation work was chosen technical approach in terms of energy status and economy.

This report presents the estimated energy status both before and after the renovation. A proposal for additional measures to reduce energy consumption, regardless of the business section, has been entered. The result shows that the completed renovation of the residential area did not provide higher power and energy classes. Renovation measures that LKF conducted could not reduce energy consumption thus could not be the current requirements from BBR achieved. This means that it will take any further action with regard to the environmental goals in 2020.

These improved measures proposed in this report provide less energy, which meets guidelines from BBR.

**Keywords:** The million program, energy efficiency, isolation, homes, renovation, sustainably.

## Förord

Detta är ett examensarbete som utgör sista delen av högskoleingenjörsutbildning inom byggteknik med arkitektur vid LTH Campus Helsingborg och omfattar 22,5 högskolepoäng. Rapporten omfattar renovering av miljonprogramshuset, bostadsområdet Offerkällan i norra delen av Lund.

Vi vill tacka alla som har ställt upp för att detta arbete skulle kunna genomföras. Ett stort tack till Diana Paunovic, projektingenjör på LKF som tillhandahållit oss underlag angående projektet. Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare Bertil Fredlund, professor vid LTH, och Stefan Olander, universitetslektor vid LTH, för deras engagemang och vägledning under arbetets gång. Slutligen vill vi tacka vår examinator Anders Robertson.

Helsingborg, juni 2014

Malin Olsson  
Sara Razzaq

## **Begreppsförklaringar**

**BBR** – Boverkets byggregler. Är en samling av allmänna råd och föreskrifter för svenska byggnader.

**FTX** – Från- och tilluftsventilation med värmeväxlare.

**PCB** – Polyklorerade bifenyler. Denna typ av kemikalier är klassad som hälsoskadlig och kan orsaka cancer.

**Psi-värde** – Värmeövergångskoefficient för linjär köldbrygga.

**SIS** – Swedish Standards Institute. En ideell förening som utarbetar standarder inom bland annat bygg och anläggning.

**VVB** – Varmvattenbehov, används vid energiberäkningar.

**VäB** – Värmebehov, används vid energiberäkningar.

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och mål</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Problemformulering</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Metod</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Arbetsfördelning</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Nulägesbeskrivning</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1 Projektering: bakgrund av miljonbygge</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2 Produktion: under bygget och framåt</b> .....	<b>5</b>
<b>3.3 Exempel på hustyper under miljonprogrammet</b> .....	<b>6</b>
3.3.1 Lamellhus.....	6
3.3.2 Loftgångshus .....	7
3.3.3 Skivhus.....	7
3.3.4 Punkthus .....	8
<b>3.4 Minskad efterfrågan</b> .....	<b>8</b>
<b>3.5 Förvaltning och renovering</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Kvarter Offerkällan, Lund</b> .....	<b>10</b>
<b>4.1 Konstruktionsbeskrivning</b> .....	<b>10</b>
4.1.1 Tak .....	10
4.1.2 Fasadvägg .....	10
4.1.3 Grunden .....	11
<b>4.2 Energieffektivisering och renovering av området</b> .....	<b>11</b>
4.2.1 Utvändiga arbeten.....	12
4.2.2 Underhåll.....	12
<b>4.3 Nya hus i området</b> .....	<b>13</b>
4.3.1 Lundamodellen .....	13
<b>4.4 Identifiering av problem</b> .....	<b>14</b>
4.4.1 Tak .....	14
4.4.2 Fasadvägg .....	14
4.4.3 Kantbalk .....	15
4.4.4 Grunden .....	15
4.4.5 Köldbryggor.....	15
4.4.6 Fönster och dörrar .....	15
4.4.7 Ventilation .....	15
<b>5 Beräkningar på befintligt hus</b> .....	<b>16</b>
<b>5.1 Effektklass</b> .....	<b>16</b>
<b>5.2 Energiklass</b> .....	<b>19</b>
<b>5.3 Analys</b> .....	<b>20</b>

<b>6</b>	<b>Åtgärder utförda av LKF .....</b>	<b>21</b>
6.1	Tak .....	21
6.2	Fasadvägg.....	21
6.3	Kantbalk .....	21
6.4	Grund.....	21
6.5	Köldbryggor.....	21
6.6	Fönster och dörrar .....	22
6.7	Ventilation .....	22
<b>7</b>	<b>Beräkningar på LKF:s renovering.....</b>	<b>23</b>
7.1	Effektklass .....	23
7.2	Energiklass .....	25
7.3	Analys.....	25
<b>8</b>	<b>Beräkningar på förbättringsåtgärder.....</b>	<b>26</b>
8.1	Solenergi .....	26
8.2	Effektklass .....	28
8.3	Energiklass .....	30
8.4	Analys.....	30
8.5	Sammanställning av resultat .....	30
<b>9</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>33</b>
10.1	Förslag på vidare arbete.....	33
<b>11</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>34</b>
<b>12</b>	<b>Bilagor .....</b>	<b>36</b>
12.1	Bilaga 1: Fasadritning.....	36
12.2	Bilaga 2: Planritning .....	37
12.3	Bilaga 3: Isover Energi, del 1 .....	38
12.4	Bilaga 4: Isover Energi,del 2 .....	46
12.5	Bilaga 5: UNorm .....	51
12.6	Bilaga 6: Ritningar åtgärdsförslag .....	54
12.7	Bilaga 7: Solenergiberäkningar .....	55



# 1 Inledning

Detta examensarbete utgör sista delen av högskoleingenjörsutbildningen inom byggt teknik med arkitektur vid LTH Campus Helsingborg.

## 1.1 Bakgrund

Efter andra världskrigets slut växte Sveriges ekonomi. Arbeten inom jordbrukssektorn minskade och den ökade industri- och näringslivstillväxten gav upphov till att människor valde att flytta från landsbygden och in till staden för att söka arbete och bostad. Urbaniseringen och den ökade folkmängden orsakade bostadsbrist i landet och detta krävde akuta lösningar.

Under 60-talet beslutade regeringen att under en tioårsperiod, cirka 1965-1975, skulle ett stort antal bostäder byggas på outnyttjade markområden och det blev kallat miljonprogrammet, eftersom målet var att skapa en miljon bostäder under denna period. Det byggdes olika hustyper beroende på vilket område de byggdes på. Höga krav på effektivisering av husproduktionen ställdes för att kunna genomföra det uppsatta målet (Eriksson 1994, ss. 18-20). Det krävdes att bostadsområdet innehöll så många bostäder som möjligt för att snabbt täcka investeringskostnaderna (Hall (red.) 1999, s. 27).

Regeringens mål på en miljon bostäder blev verklighet. Under miljonprogrammets glansdagar byggdes nästan 1,4 miljoner bostäder runt om i Sverige. Med tiden avtog efterfrågan och satsningen på bostäder fick ett naturligt avslut då det uppsatta målet uppnåddes. Miljonprogrammet står idag för 30 % av Sveriges bostadsbistånd (Johansson (red.) 2012).

Miljonprogrammet upplever sin 40 års kris. Den snabba och i vissa fall vårdslösa produktionen, kunskapsbristen och den tidens krav på levnadsstandard är några exempel på varför miljonprogramshus är i behov av en nationell upprustning. I dagsläget har dessa bostäder hög energiförbrukning samt fuktproblem (Virgin 2013). En bättre boendestandard ger samtidigt en förhöjd hyra och kan öka segregationen i området. Men för att husen ska nå dagens energikrav och inte försämra folkhälsan krävs det att flerfamiljshusen renoveras.

Miljonprogramsområdet Offerkällan i Lund är ett renoveringsprojekt som bostadsföretaget LKF driver. Energiförbrukningen och energiförlusterna är höga, sett från BBR:s krav.

## **1.2 Syfte och mål**

Detta examensarbete syftar till att utföra en teoretisk studie om miljonprogrammet med en fördjupningsanalys av energistatus av bostäder, typiska för miljonprogrammet. Energin och effekten kommer att kontrolleras på bostadsområdet Offerkällan. Alternativa renoveringsförslag kommer att läggas fram, för att uppnå BBR:s krav för energihushållning.

## **1.3 Problemformulering**

Genom en litteraturstudie samt energi- och effektberäkningar, kommer dessa frågor att besvaras.

- Vilken energistatus har de befintliga husen på bostadsområdet Offerkällan?
- Klarar husen BBR:s krav efter de genomförda renoveringarna?
- Vilka åtgärder krävs för att de ska nå BBR:s gällande krav för energi och effekt?
- Kan åtgärdsförslagen appliceras på flera miljonprogramshus?

## **1.4 Avgränsningar**

Studien inriktar sig på miljonprogramhusens energistatus och de problem som förekommer i dessa hus. I miljonprogramhus finns det flera problem, men som huvudfokus valdes energiproblematiken. Energiförbrukning och energiförluster kommer att undersökas närmare i ett av husen i området Offerkällan, som ägs av LKF. På grund av tidsaspekten, kommer hänsyn inte tas till fukt och kostnader i större utsträckning.

## 2 Metod

Studien riktar sig på att visa om dagens byggteknik kan appliceras på befintliga byggnader, byggda under 60- och 70-talet. Detta för att minska dess energiförluster samt behovet av köpt energi, för att åstadkomma bättre inneklimat. Enligt gällande detaljplan över Offerkällan är det inte aktuellt att tilläggsisolera fasaden (Stadsbyggnadskontoret 2012).

Arbetet startades med en generell litteraturstudie om miljonprogrammet. För att få överblick över området, Offerkällan, besöktes bostadsområdet, där de befintliga och renoverade husen observerades. Huset som undersöktes innehar åtta trerumslägenheter med konstruktionen platta på mark. Denna hustyp valdes för att i ett senare skede jämföra det med LKF:s beräkningsresultat. Effekt- och energiberäkningarna genomfördes med hjälp av Isover Energi (för husets energi- och effektbehov), UNorm (för beräkning av Psi-värden) och PVGIS (solinstrålning med hänsyn till andra klimatparametrar).

Effekten och energin på det befintliga huset beräknades med underlag från de handlingar som tillhandahållits från LKF. Effekten beräknades med SIS beräkningsmodell, medan energin beräknades med BBR:s standard. Måtten på huset mättes manuellt från ritningarna. Utredning av husets brister samt LKF:s åtgärder gjordes. Ytterligare effekt- och energiberäkning utfördes på det renoverade huset. Med hänsyn till kommunens detaljplan samt LKF:s renoveringsplan föreslogs ett antal lösningar på förbättringar av byggnadernas energi- och effektklass. Detta för att klara BBR:s gällande- samt de kommande energikraven till år 2014. Effekt- och energiberäkningar genomfördes på de åtgärder som föreslogs i rapporten. Samtliga resultat sammanställdes och diskuterades.

I denna rapport är beräkningarna baserade på handlingar som erhöles från LKF. Beräkningarna genomfördes med förenklingar samt egna antagande, då det fanns brist på information om innertemperatur samt ventilationssystemets driftarbete.

### 2.1 Arbetsfördelning

Detta examensarbete har genomförts utan någon speciell arbetsfördelning. Arbetet utfördes på ett likvärdigt sätt, där samtal och diskussioner var viktiga delar under arbetets gång. Vid oklara moment eller uppkomsten av skilda åsikter, diskuterades momentet noggrannare tills vi blev nöjda med innehållet. Detta för att få ett bra slutresultat som vi båda blir stolta över. Därmed är vi lika mycket delaktiga i alla moment. Under arbetets gång har vi försökt komplettera varandra för att kunna lyckas.

### 3 Nulägesbeskrivning

I följande kapitel kommer miljonprogramshus och dess olika utformningar att studeras närmare.

#### 3.1 Projektering: bakgrund av miljonbygge

Efter andra världskrigets slut och fram till 60-talet, ökade tillväxten i Sverige. Industrialiseringen påverkade samhället och expanderade i rask takt. Näringslivstillväxten ökade urbaniseringen, vilket fick till följd att människor sökte sig från landsbygden in till staden för att söka arbete och bostad. Trots den ökade urbaniseringen, var industribehoven inte mättade på arbetskraft. Samhället var nu i behov av arbetskraftsinvandring från andra länder och befolkningen ökade. Sveriges invånare hade mellan 1945-1965 ökat från 6.7 till 7.8 miljoner (Eriksson 1994, ss. 18-20).

Med tiden avtog industriernas behov av arbetskraft och företagens goda utveckling stabiliserade landets ekonomi. Samtidigt uppstod ökad bostadsbrist, vilket krävde akuta lösningar. Vid denna tidpunkt var antalet bostäder mycket lågt och de kunde inte räkna för den växande befolkningen. År 1960 gjordes undersökningar över hushållen. Resultatet visade att cirka en femtedel av dessa hushåll var trångbodda och mer än en fjärdedel av hushållen saknade viktiga delar, som anknyts till modern levnadsnivå, exempelvis badrum, WC, vatten och avlopp etc. (Eriksson 1994, ss. 18-20). Kvarteren kännetecknades av dåliga levnadsförhållandena. De moderna människorna skulle enligt arkitekterna bosätta sig i utkanten av städerna där bostäderna var rymligare och närmare naturen (Öresjö 1996, s. 7).

Det svenska folkets krav på en förbättrad levnadsstandard och den ökande bostadsbristen ställde stora krav på den styrande regeringen. Frågan utvidgades och blev ett aktuellt politiskt ämne som partierna utnyttjade för att konkurrera med varandra. Partierna gav löfte om högst antal bostäder med bästa levnadsstandarder (Ramberg 2000, s. 131). Utredningar av bostadsbristen gjordes mellan 1945 och 1947. Resultatet visade att landet var i behov av ett tillskott av bostäder på 45 000 nya lägenheter per år. När bostadskrisen blev påtaglig under 1960-talet visade nya rapporter att behovet ökat till 85 000 nya lägenheter per år, vilket innebär en ökning på 40 000 bostäder på 20 år (Hall (red) 1999, s. 25).

Trots stora insatser inom byggsektorn var bostadsbristen fortfarande ett stort problem. 1964 fattade riksdagen ett nytt beslut att en miljon nya bostäder under tioårsperioden skulle uppföras, det vill säga 100 000 nya lägenheter per år. Detta var uppkomsten till *Miljonprogrammet* (Johansson (red.) 2012). Målet med miljonprogrammet var att minska bostadsbristen samtidigt som

bostädernas standard skulle höjas. Ökad storlek och omställning till det nya moderna hushållet var ett måste. Detta skulle generera i nya bostäder och sanering av de befintliga bostäderna (Vidén & Lundahl (red.) 1992, s. 11). För att en snabb bostadsexploatering skulle fungera krävdes även en investering på infrastruktur, el, fjärrvärme, avloppstunnlar etc. Bostadsområden skulle rymma så många bostäder som möjligt för att snabbt täcka kostnaderna och de stora investeringarna (Hall (red.) 1999, s. 27).

Under miljonprogrammet var byggkraven mycket generella. Inga specifika uppgifter om byggtekniska lösningar för att minska energiförluster finns att hitta i BABS 1960. De givna U-värden som finns tillgängliga i handboken utgår från byggmaterialens energiprestanda och ställde inga ytterligare krav på förbättringar. Exempelvis ställs olika krav på U-värde på en vägg beroende på dess densitet och utförande. I ett tyngre hus tilläts ett högre U-värde: 0,8. Lättare hus har ett högre krav på U-värde och är satt till 0,5. Är huset byggt av enbart murtegel accepteras ett U-värde på 1,1 vilket i dagens mått motsvarar ett standardfönster. Idag är kraven från BBR satt till en ny nivå och för att klara dagens krav får byggnadens energianvändning inte vara högre än 90 kWh/m<sup>2</sup>, år.

I Sverige finns det cirka 4,2 miljoner hushåll och i stora drag består de av en femtedel miljonprogramshus. Sveriges mål om minskad energianvändning med 20 % till år 2020 och 50 % till år 2050, är ett stort kliv i rätt riktning för att på nationell nivå styra energieffektiviseringen av bostäder (Asplind 2012). En av fördelarna med att sikta in sig på miljonprogramshusen är att de är byggda industriellt och storskaligt vilket underlättar energieffektivisering av bostäderna, eftersom liknande lösningar kan användas på i stort sett de flesta byggnader. Hänsyn måste tas till byggnadens placering, fukt, konstruktion och närområdet.

### **3.2 Produktion: under bygget och framåt**

För att öka konkurrenskraften och minska arbetsbelastningen ställdes under produktionstiden höga krav på effektivisering (Eriksson 1994, ss. 26-27). Nya material och modernare metoder togs fram och formade miljonprogramsbbyggen. Moderniseringen ansågs vara framstegen inom byggsektorn (Ramberg 2000, ss. 131-132). Med den moderna byggtekniken blev det nu möjligt att utnyttja och bygga på markområden som tidigare ansågs vara olämpliga för exploatering. Det blev möjligt att bygga på jordbruksmark och bergsträng (Vidén & Lundahl (red.) 1992, s. 18). För att släppa in sol insåg arkitekterna möjligheterna med stora och öppna parkområden (Hall (red.) 1999, s. 45). Husens estetik och placering utformades även utifrån de effektiviserade byggkraven för kranbanor och maskiner (Vidén & Lundahl (red.) 1992, s. 18). Gult eller rött tegel var det vanligaste fasadmaterialet och

långsidorna var i en del fall klädda med skivmaterial (Samuelsson (red.) 2004, s. 26). Fasader i puts, betong, plåt och andra sorters skivmaterial förekom. Miljonprogramshusen skiljde sig mycket från de befintliga husen under 60-talet, både när det gäller storlek, utformning och utseende. Taken var i de flesta fall låglutande eller plana med invändiga takavvattningar. Vanligast förekommande var tak täckta av papp (Hall (red.) 1999, ss. 41-43). Fasaderna saknade helt dekorationer och utsmyckningar som tidigare byggnader var kända för.

Resultatet av bostadsproduktionens effektivisering gav upphov till enkla fasader med balkonger samt hela fönsterpartier med utvändiga aluminiumbeklädnader (Vidén & Lundahl (red.) 1992, s. 22).

Miljonprogrammet resulterade i flera olika hustyper beroende på vilket område de byggdes på, exempelvis böjda lamellhus, låga lamellhus, loftgångshus, skivhus, punkthus samt radhuslängor (Kignell & Lager 2006).

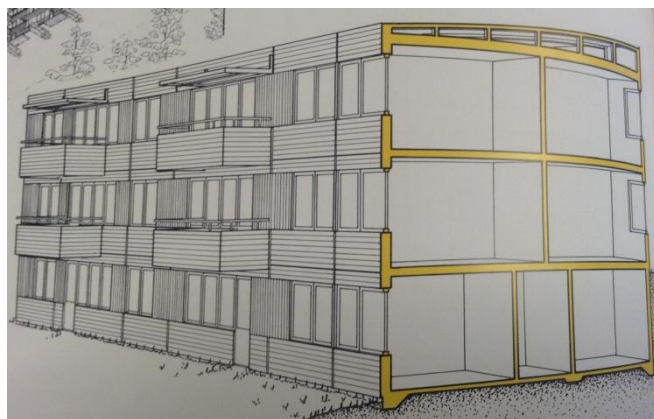
### 3.3 Exempel på hustyper under miljonprogrammet

I följande kapitel kommer de vanligaste hustyperna att beskrivas utifrån estetik och uppbyggnad.

#### 3.3.1 Lamellhus

Byggdes 1960-70 med samma utseende över hela landet med två-tre våningsplan. Husen byggdes på plan mark och placerades antingen parallellt eller vinkelräta mot varandra. Taken är låglutande och saknar taksprång. Tegel-, träfasad

eller fasadelement är exempel på typiska fasadmaterier för lamellhus.



*Bild 1: Lamellhus med träfasad*

Lamellhus med bokhylllestomme av platsgjuten betong (Björk, Kallstenius & Reppen 2006, s 87, 90-91):

- Helarmerad, platsgjuten betongplatta
- Tvärgående bärande mellanväggar av betong
- Våningsbjälklag av betong
- Ytterväggar av icke-bärande fasadstegel

Lamellhus med träfasad som grundlags på sprängda bergterrasser (Björk, Kallstenius & Reppen 2006, ss. 87, 94-95):

- Armerad betongplatta på packad sprängsten
- Tvärgående bärande mellanväggar av armerad betong
- Våningsbjälklag av slipad armerad betong
- Ytterväggar av rumsstora fasadelement av trä, som fastmonterades på de bärande betongmellanväggarna

### 3.3.2 Loftgångshus

Byggdes under 1970-talet och var oftast i tre våningar. Från de utanpåliggande trapphusen nås loftgångar längs hela fasaden med separata entrédörrar till varje lägenhet. Utfackningsfasaden är av limmade lättbetongblock med tegelbeklädnad. Loftgångarna utfördes av förtillverkade betongplattor som

hålls upp av L-stöd. Taken är plana och är byggda på platsgjuten betongplatta med papptäckning direkt på isoleringen.

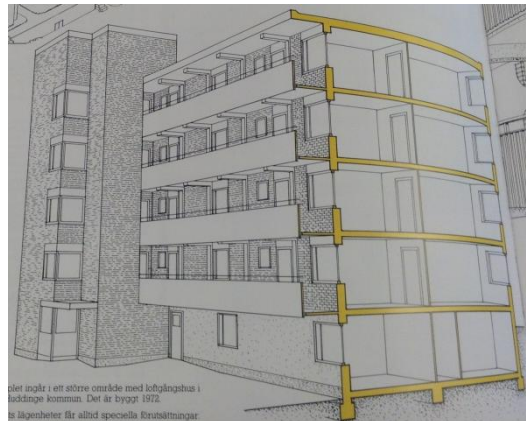


Bild 2: Loftgångshus med pelarstomme

Loftgångshus med pelarstomme (Björk, Kallstenius & Reppen 2006, ss. 87, 92-93):

- Armerad betongplatta
- Bärande lägenhetsskiljande väggar och bärande pelare av betong
- Våningsbjälklag i platsgjuten betong
- Ytterväggar: Bottenvåningen är i bärande skiva av armerad betong  
Ovanvåningarna är i limmade lättbetongblock med ½-stens tegel som fasadskiva

### 3.3.3 Skivhus

Byggdes mellan 1960-70 på plansprängd mark. Skivhusen är långa och höga, oftast har de åtta till nio våningar med källare. Huskropparna är orienterade i samma riktning med parkområde i mitten och parkeringsplatser runtomkring. Taken är låglutande eller helt plana och saknar taksprång. Puts, betong, lättbetong, plåt och tegel är exempel på fasadmaterial som skivhusen har. Oftast är fasaderna i gråaktig ton.



Bild 3: Skivhus av fasadelement

Lägenheterna ser exakt likadana ut, oavsett placering i byggnaden. Samma sak gäller för skivhusens utseende över landet, de ser likadana ut oavsett i vilken stadsdel de byggs.

Skivhus i lättbetong (Björk, Kallstenius & Reppen 2006, ss. 108, 112-113):

- Källargolv av betong och cellplast.
- Bärande tvärgående lägenhetsskiljande väggar i betong.
- Våningsbjälklag i platsgjuten armerad betong.
- Yttervägg av lättbetong som motgjuts med betong

### 3.3.4 Punkthus

De byggdes mellan 1930- och 70-talet. Under miljonprogrammet byggdes flera punkthus med varierande höjd och takform än vad som tidigare var standard. De byggdes med kvadratiska planformer och oftast flera hus i grupp. Taken är låglutande eller plana och saknar taksprång. Antalet våningar varierar med allt från åtta till 16 våningar med källare. Fasaderna var oftast i hårdbränt tegel, skrapad ädelputs eller lättbetong.

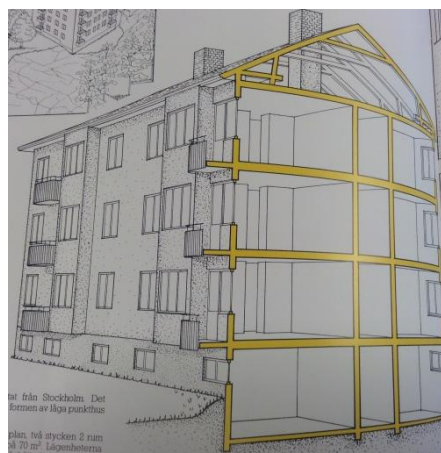


Bild 4: Punkthus av lättbetong

Punkthus av lättbetong (Björk, Kallstenius & Reppen 2006, ss. 98, 106-107):

- Källargolv av platsgjuten betong.
- Bärande lägenhetsskiljande väggar. I de nedre våningarna av betong och i de övre våningarna av en-stens tegel.
- Våningsbjälklag i armerad betong.
- Ett hus som är tio våningar hög har:

Källarmur av lättbetongblock som motgjuts med betong.

Våning ett-sex är i armerad platsgjuten betong med utvändigt lättbetongblock.

Våning sju-tio är i tjocka lättbetongblock

## 3.4 Minskad efterfrågan

Under 70-talet minskade den ekonomiska tillväxten i Sverige och allt fler stod arbetslösa. Urbaniseringen avtog sakta och arbetskraftsinvandringen ersattes med utvandring. Försämrade levnadsförhållanden och utvandring minskade efterfrågan på bostäder. Följden blev att de nybyggda bostäderna stod tomma och de planerade flerbostadshusen ersattes med småhusbyggande (Ramberg 2000, s. 210). Under tidsperioden 1965-1974 hade det byggts



1 005 614 bostäder. Målet på en miljon bostäder hade alltså uppnåtts (Hall (red.) 1999, s. 34).

Sverige hade nu genomgått en förändring av synen på bostäder. Cirka en fjärdedel av landets befolkning bodde nu i de så kallade miljonprogramshusen som nu hade en höjd standard, vilket motsvarade kraven för den tidens levnadsstandard för en bostad.

### **3.5 Förvaltning och renovering**

Miljonprogramshusens fasader är i stort sett underhållsfria. Invändigt underhåll och akuta fall som läckande tak är några av de åtgärder som utförs kontinuerligt under byggnadens livslängd. Vid renovering ska i den mån det vara möjligt användas underhållsfria material samt uppfylla krav som ställts på de befintliga materialen. Det är även av stor vikt att bostadshusen får behålla sitt kulturhistoriska värde. Det är viktigt att fasaden efter en renovering behåller sitt utseende. I dagsläget är det angeläget att husen klarar BBR:s energikrav. Vid renovering gäller det att tänka långsiktigt för att slippa ytterligare renoveringar. Den ekonomiska faktorn sätter i många fall stopp för en omfattande renovering. Företagen väljer renoveringsmetoder utifrån deras ekonomiska situation (Carlberg, K., Saastamoinen, H. & Svensson J. 2013).

## 4 Kvarter Offerkällan, Lund

Kvarter Offerkällan är beläget i norra delen av Lund, Norra Fäladen. Kvarteret har fått sitt namn efter att lundaborna förr i tiden samlades i närområdet på midsommarafton för att dricka vatten från en källa. Under 1940-talet försvann källan. 1967-69 uppfördes 352 lägenheter av LKF, Lunds Kommuns Fastighets AB. Parkområdet Sankt Hans Backar som ligger i nära anslutning till det då planerade området skulle tillsammans med byggnaderna skapa en känsla av medelhavet, enligt arkitekten Sten Samuelsson. Husen ritades med plana tak, vita fasader och med bilfria gränder. I området är 38 tvåvåningslägenheter placerade i sju klungor, som tillsammans skapar gröna rum mellan husen. I ett underjordiskt garage har varje hyresgäst möjlighet att parkera sin bil. Hyrorna för två-fyra rum ligger på 75-88 kr per kvadratmeter (LKF u.å.).

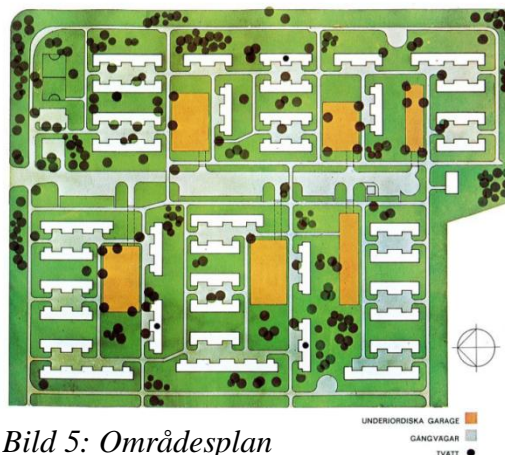


Bild 5: Områdesplan

### 4.1 Konstruktionsbeskrivning

Nedan beskrivs husets viktigaste konstruktionskomponenter.

#### 4.1.1 Tak

Takkonstruktionen består av uppstolpade takstolar som är täckta av papp, 150 mm isolering och en underliggande prefabricerad betongplatta.

#### 4.1.2 Fasadvägg

Väggkonstruktionerna består mestadels av sandwichelement av betong, med en mellanliggande 100 mm isolering. Den utvändiga ytan av sandwichelementväggarna har frilagd ballast. Runt entréerna är väggarna utförda av betong, med en 100 mm isolering och ett utvändigt träpanelskikt. Ett fåtal väggytor är gjorda som utfackningsväggar, med en 100 mm isolering och ett utvändigt skikt av plåt.



Bild 6: Husfasad

### 4.1.3 Grunden

Plattan är utförd av betong med en överliggande 60 mm isolering mellan reglarna.

## 4.2 Energieffektivisering och renovering av området

LKF beslutade att utföra en energieffektivisering av området Offerkällan. I ett pilotprojekt där åtta av lägenheterna ingick, installerades ett FTX-system för att minska på energianvändningen samt det installerades egna värmeväxlare till fastigheten. Därefter jämfördes de renoverade husen med de befintliga, för att se om det fanns eventuella energivinster som gjordes med hjälp av renoveringen. Efter en utvärdering av pilotprojektet, beslutades det att inte installera ett FTX-system. Istället valdes ett utekompenserat frånluftssystem med tryckstyrda takfläktar. Genom denna förändring gick energianvändningen ner från 212 kWh per kvadratmeter till 150 kWh per kvadratmeter och år (SWECO u.å.).

De hus som byggdes på 1960-talet i kvarteret Offerkällan har blivit till åren och är nu i behov av ett mer omfattande underhåll. Husen är i behov av tilläggsisolering, nya fjärvärmeledningar som behöver dras i marken samt ett nytt ventilationssystem är nödvändigt. Det kommer även att ske renoveringar av bostädernas badrum samt andra invändiga åtgärder. För de boende som kommer att omfattas av renoveringsarbetet kommer en ombyggnadsvärd att svara på hyresgästernas frågor för att minska störningarna i arbetet och hålla de boende informerade om projektet (Paunović u.å.).

De arbeten som kommer att ske invändigt är:

- Badrumsrenovering, innefattande ny klinker, kakel, ommålning, byte av duschblandare, wc, tvättställ, jordade eluttag, badrumsskåp, krokar etc.
- Omfattande el arbeten, bland annat ny jordfelsbrytare och byte till jordade eluttag
- Ventilation, i köket installeras en ny spiskåpa samt den befintliga frånluftsfläkten byts till en ny där uteluftstemperaturen reglerar systemet.
- Nya fönster
- Vattenledningar bytts ut i badrum, grovkök samt på gästtoaletten.
- Varje lägenhet får en vattenmätare för individuell betalning av fastigheternas förbrukning.

## 4.2.1 Utvändiga arbeten

### Mark

- dränering kring husen kommer att förbättras
- sanering av PCB
- nya fjärrvärmeledningar dras
- husens grundmur tätas och tilläggsisolerar
- Uteplats rustas upp
- Ny markisolering

### Fasad

- Rengöring av fasader, blästring, lagningsarbeten och målning
- De plåtbelagda fasadsytor kommer att tilläggsisolerar och bytas ut mot ett nytt skivmaterial.
- Sanering av PCB samt eternitskivor kommer att rivas bort
- Slipning och tätning av balkonggolv

### Garage

- taket på garagedgångarna kommer att få en glasöverbyggnad som är täckt med sedumtak



Bild 7: Garagedgång

De boende kommer att ha möjlighet att välja kulörer i badrum, gästtoalett samt

i grovköket. Valet att få ett nytt uterum för de boende på bottenplan kommer

även att finnas som tillval. På plan två finns möjlighet att få en inglasad balkong.

Under renoveringsarbetet kommer de boende kontinuerligt att informeras om händelseförloppet. Under tiden som renoveringen av badrummen sker kommer de att vara obrukbara under tre veckor. Det kommer därför att finnas bodar där de boende kan utnyttja dusch och toalett. Korta perioder kan el, vatten och värme stängas av, men i dessa fall kommer entreprenören att meddela ett par dagar i förväg när så är fallet. På grund av störningar och i samband med renoveringen kommer de boende att få en hyresreduktion med 75 %. Hyrorna baseras på lägenheternas standard och kommer därför att höjas efter renoveringen. Hyresgästföreningen har tillsammans med LKF beslutat om en hyreshöjning på 375 kr/mån (Paunović 2012).

## 4.2.2 Underhåll

Under årens lopp har kontinuerligt underhåll utförts för att bibehålla byggnadernas kvalitativa status. De åtgärder som har genomförts är fönsterbyte 1987 (Enmark 2008), omläggning av papptak under 2000-talet

samt utbyte från träpanel till profilerad plåt. I lägenheterna har ett regelbundet underhåll utförts invändigt samt fasaderna av betong har tvättats och målats om (Paunovic, Lundström, & Enmark 2014).

### 4.3 Nya hus i området

I detta område har Lunds kommun planerat att bygga ett nytt bostadskvarter. Men de boende kring det planerade kvarteret anser att höjdskillnaderna mellan byggnaderna skulle bli allt för stora och har därmed överklagat till mark- och miljödomstolen om detaljplanen. Det planerade höghuset ska inrymma 145 bostäder med tre till fyra våningar i den västra och nordöstra delen, där det även planeras gruppboende och mindre lägenheter. Ett stenkast därifrån finns förslag om bostadshus med sex våningar samt ett tvåvåningshus där det även ska finnas plats till förenings- och samlingslokaler. De boende är rädda för att deras privatliv kommer att inskränkas eftersom avstånden mellan husen kommer att vara små samt att de höga husen kommer att skugga de befintliga. Den planerade byggstarten är satt till 2014, men kan komma att flyttas fram på grund av överklaganden.

LKF stäms av de boende i området Offerkällan eftersom de anser att Lundamodellen inte har efterlevts. I anmälan till tingsrätten beskriver de boende att LKF inte tydligt har redovisat grunderna till hyressättningen, som höjdes den 1 april 2013. Hyreshöjningen kan motsvara cirka 8000 kr per år för hyresgästen. Gunilla Flygare, marknadschef, menar att det inte är något avtalsbrott då LKF tillsammans med hyresgästföreningen har kommit överens om hyreshöjningen i samband med renovering (Stenbäck 2013).

Grunderna till att hyresgästerna är missnöjda med hyressättningen är att de anser att Hyresgästföreningen vinner på den höjda hyran. Eftersom föreningen tar en avgift för hyressättningen tvingas hyresgästerna att ansluta sig till föreningen. Tidigare har en höjning på mer än 2,6 % genomförts för vissa hyresgäster då de nybyggda husen redan har en förhöjd hyra och kommer då att slås ut på det gamla beståndet. LKF försvarar detta med att det enbart kommer att handla om en mindre summa. Motståndarna syftar också till att det framstår som att hyresgästföreningen står mer på LKF:s sida än de boende. Det finns möjlighet för hyresgästerna att i hyresnämnden få sin hyra prövad om de anser att lägenheten är felaktigt hyressatt (Wahlgren 2012).

#### 4.3.1 Lundamodellen

LKF har under en längre tid haft ett system för hyressättningar i form av poängsättning. Detta system har blivit föråldrat och svårtolkat. Därför har ett nytt system införts, Lundamodellen som har utarbetats i samarbete med Hyresgästägarna Syd, LKF samt Hyresgästföreningen. Modellen har blivit

tydligare och enklare att följa. Genom den nya modellen ska det bli tydligare vilka värderingar och vilket underlag som ligger till grund för den satta hyran för varje bostad. Det ursprungliga poängsättningsystemet kom i bruk under 80-talet och reviderades inte förrän den 1 april 2013. De egenskaper som ligger till grund för hyressättningen av de enskilda lägenheterna är följande:

- Storleken på lägenheten, antal rum samt vad det är för typ av byggnad (radhus, höghus etc.)
- Standarden på lägenheten som bestäms utifrån utrustningen som finns i lägenheten, tillgängligheten och tillgång till natur.
- I vilken zon som fastigheten är belägen i. Lund har blivit indelat i zonerna: innerzon, mellanzon, ytterzon samt östra torn/Mårtens fäladszon. De övriga kommunbyar så som Södra Sandby, Genarp, Veberöd, Dalby, Revinge och Stångby är egna zoner (LKF, Hyresgästföreningen & Fastighetsägarna 2012).

Somliga konstruktionsdelar och installationer kräver löpande underhåll. Energiförbrukningen låg år 2007 på cirka 230 kWh/m<sup>2</sup> BOA/LOA år, inklusive fastighetsel. Jämförelsehus med samma ålder i Sverige har en energiförbrukning på cirka 170 kWh/m<sup>2</sup> BOA/LOA år. Det förekommer fukt och dragproblem i lägenheterna. Lägenheterna har även låg badrumsstandard. PCB i fogmassan är ännu ett aktuellt problem som området stöter på.

Målen som ska åstadkommas efter denna renovering är att bevara den arkitektoniska medelhavskänslan, men samtidigt ge husen en bättre och trivsammare inomhusmiljö. Projektet skall vara kostnadseffektivt och husen skall få högre standard utan att hyrorna höjs relativt mycket.

#### 4.4 Identifiering av problem

I följande kapitel kommer problem i konstruktionsdelar att identifieras.

##### 4.4.1 Tak

Den befintliga takkonstruktionen har 150 mm isolering med en underliggande prefabricerad betongplatta, vilket orsakar höga energiförluster.

##### 4.4.2 Fasadvägg

Väggkonstruktionen har en ganska tunn isolering. Sandwichkonstruktionsväggarna utgör 10 % av de totala energiförlusterna.



Bild 8: Plåtbelagd fasadsyta

Det förekommer vissa håligheter i anslutningsdelen mellan den platsgjutna kantbalken och väggelementen, vilket orsakar dragproblem. Det finns även skador på fasadselementets betongytor, vid trappor och hörn. Rostsprängning från armering och infästningar är också ett problem som finns.

#### 4.4.3 Kantbalk

Den befintliga kantbalken saknar köldbryggsisolering, vilket leder till att betongen under golvkonstruktionen (längs fasaden) blir kalla. Detta ger i sin tur upphov till kondensbildning.

#### 4.4.4 Grunden

Betongplattan har en överliggande isolering, vilket kan orsaka fukt-, mögel- och luktproblem i överbyggnadens undre delar.

#### 4.4.5 Köldbryggor

De beräkningar som LKF har gjort visar att köldbryggorna utgör 12 % av energiförlusterna. Köldbryggor finns vid anslutningen mellan sula och vägg, mellanbjälklag och sandwichelement, mellanbjälklag och betong + panelkonstruktionen, takfoten samt runt samtliga fönster. De största köldbryggorna ligger på sula-vägg anslutningen (62 W/K), takfotsanslutningen (31 W/K) och fönsteranslutningen i sandwichelementväggen (24 W/K).

#### 4.4.6 Fönster och dörrar

De befintliga fönstren och dörrarna har ett U-värde på 1,9 respektive 2,6 W/m<sup>2</sup>K. Beräkningarna visar att de befintliga fönsterna ger energiförlustposter på 20 %.

#### 4.4.7 Ventilation

Husen har mekaniskt frånluftssystem utan återvinning. De genomförda beräkningarna visar att ventilationen har de största energiförlustposterna och dessa ligger på 34 %. Den höga förlusten beror på att värmeåtervinningen saknas.

## 5 Beräkningar på befintligt hus

Följande beräkningar är utförda på det befintliga huset och är baserade på handlingar som erhållits från LKF. U- och Psi- värden är från LKF:s utredningsrapport. Måtten för byggnadsdelarna är tagna direkt från ritningarna, se bilaga 1 och 2. Egna antaganden gjordes, då det fanns brist på information om innertemperaturen samt ventilationssystemets driftarbete. Nedanstående beräkningar utfördes med hjälp av Isover Energi.

### 5.1 Effektklass

Husets effektklass bestäms för att bedöma husets uppvärmning och den internvärme som behövs för att kunna skapa bra inomhusklimat och ventilation vid dimensionerande vinterutetemperatur. Därmed kan beslut fattas som förbättrar husets effektbehov samt finna åtgärder för att höja effektklassen. Klassningen av byggnadens effektbehov för uppvärmningen bestäms genom definiering av effektbehovet för dimensionerande vinterutetemperaturen  $P_{DVUT}$ .

Nedan visas energiklassningen av ett befintligt bostadshus i kvarteret Offerkällan, Lund, därmed gäller klimatklass III, baserad på *tabell 1*. Effektklassningen utfördes med hänsyn till BBR:s klassningssystem i SS\_24300-1\_2011.

Effektklass	Klimatklass III
A	$P_{DVUT} \leq 16$
B	$16 < P_{DVUT} \leq 25$
C	$25 < P_{DVUT} \leq 33$
D	$33 < P_{DVUT} \leq 41$
E	$41 < P_{DVUT} \leq 49$
F	$49 < P_{DVUT} \leq 57$
G	$57 < P_{DVUT}$

*Tabell 1*

För att kunna avläsa den dimensionerande vinterutetemperaturen, måste byggnadens tidskonstant  $\tau$  bestämmas. Med hjälp av Schablonvärden kan tidskonstanten för huset bestämmas. Huset anses vara av typen tunga byggnader (tung konstruktion med bjälklag och ytterväggar av betong) med tidskonstanten 200 h. eftersom tabellen för vinterutetemperatur inte har en tidskonstant på 200 h, väljs det närmaste värdet som är 192 h.

Huset är beläget i Lund, innertemperaturen bestämdes till  $+20\text{ }^{\circ}\text{C} = 293\text{ K}$  och avläsningen för vinterutetemperaturen gav ett värde på  $-9,1\text{ }^{\circ}\text{C} = 263,9\text{ K}$ .



$$A_{temp} = 708 \text{ m}^2$$

Effektbehov vid dimensionerande vinterutetemperatur beräknas enligt följande formel:

$$P_{DVUT} = (\Phi_{tr} + \Phi_{V1} + \Phi_{V2}) / A_{temp} \quad [W/m^2]$$

Transmissionsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{tr} = (\sum U_i \cdot A_i + \sum I_k \cdot \Psi_k + \sum X_j)(\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad [W]$$

**U-värde** (Värmeövergångskoefficienten för byggnadsdel)

- Väggar SW: 0,363 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Väggar btg + panel: 0,355 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Tak: 0,229 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Platta på mark: 0,284 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Fönster: 1,9 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Ytterdörr: 2,6 (W/(m<sup>2</sup>·K))

**A<sub>i</sub>** (Arean för byggnadsdelens i omslutningsyta mot uppvärmd inneluft, för fönster och dörrar gäller karmyttermått)

- Väggar SW: 527 m<sup>2</sup>
- Väggar btg + panel: 164 m<sup>2</sup>
- Tak: 354 m<sup>2</sup>
- Platta på mark: 354 m<sup>2</sup>
- Fönster: 139 m<sup>2</sup>
- Ytterdörr: 16 m<sup>2</sup>

**I<sub>k</sub>** (längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan)

- Tak: 113 m
- Platta på mark: 120 m
- Mellanbjälklag SW: 72 m
- Mellanbjälklag btg + panel: 34 m
- Fönster: 374 m
- Ytterdörr: 50 m

**Ψ<sub>k</sub>** (Värmegenomgångskoefficienten för den linjära köldbryggan)

- Tak: 0,28 (W/(m·K))
- Platta på mark: 0,33 (W/(m·K))
- Mellanbjälklag SW: 0,07 (W/(m·K))
- Mellanbjälklag btg + panel: 0,15 (W/(m·K))
- Fönster: 0,085 (W/(m·K))

– Ytterdörr: 0,085 (W/(m·K))

\* Värmeövergångskoefficienten  $X_j$  för punktformiga köldbryggor beaktas ej.

$$\Phi_{tr} = (736 + 117)(293 - 263,9) = \mathbf{24842} \text{ [W]}$$

Ventilationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

Huset är utsett med ett mekaniskt frånluftssystem utan värmeåtervinning.

$$\Phi_{V1} = \rho c \cdot q_v \cdot d \cdot (1 - \eta)(\theta_i - \theta_{DVUT}) - d \cdot P_{kylfvp} \quad \text{[W]}$$

$$\rho c = 1200 \quad \text{[J/m}^2 \cdot \text{K]}$$

$$q_v = 0,037 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

$d = 1$  (drift dygnet runt)

$\eta = 0$  (ingen värmeåtervinnig)

Värmepumpens kyleffekt  $P_{kylfvp}$  ingår inte.

$$\Phi_{V1} = 1200 \cdot 0,037 \cdot 1 \cdot (1 - 0)(293 - 263,9) - 1 = \mathbf{1292} \quad \text{[W]}$$

Infiltrationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{V2} = \rho c \cdot q_{drift} \cdot (\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad \text{[W]}$$

Eftersom huset inte är färdigrenoverat kan lufttätheten inte kan kontrolleras, därför antas istället ett läckagevärde på 0,1 oms/h.

$$q_{drift} = 0,1 \cdot 1700 = 170 \text{ [m}^3/\text{h}] = \frac{170}{3600} = 0,047 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\Phi_{V2} = 1200 \cdot 0,047 \cdot (293 - 263,9) = \mathbf{1649} \text{ [W]}$$

$$P_{DVUT} = (24842 + 1292 + 1649) / 708 = \mathbf{39} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$P_{DVUT} = \mathbf{39} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Effektklass	Klimatklass III
<b>D</b>	$33 < P_{DVUT} \leq 41$

## 5.2 Energiklass

Nedan visas energiklassningen av ett befintligt bostadshus i kvarteret Offerkällan, Lund, som baseras på *tabell 2*. Energiklassningen utfördes med hänsyn till BBR:s nya klimatzoner i BFS-2014-xx-BBR-2014.

Klass	$E_{eanv}$ ( $kWh/m^2$ )
<b>A</b>	$E_{eanv} \leq 0,50 E_{BSE}$
<b>B</b>	$0,5E_{BSE} < E_{eanv} \leq 0,75 E_{BSE}$
<b>C</b>	$75E_{BSE} < E_{eanv} \leq 1,00 E_{BSE}$
<b>D</b>	$1,00E_{BSE} < E_{eanv} \leq 1,25 E_{BSE}$
<b>E</b>	$1,25E_{BSE} < E_{eanv} \leq 1,50 E_{BSE}$
<b>F</b>	$1,50E_{BSE} < E_{eanv} \leq 1,75 E_{BSE}$
<b>G</b>	$1,75 E_{BSE} < E_{eanv}$

Tabell 2

\* $E_{eanv}$ : indikatorn för årlig energianvändning.

\* $E_{BSE}$ : begränsningsvärde av årlig energianvändning

Byggnadstyp: Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme (fjärrvärme).

$$A_{temp} = 708 \text{ m}^2$$

Klimatzon:

Byggnadens specifika energianvändning för flerbostadshus i Lund (Skåne):  
 $90 \text{ kWh}/\text{m}^2 A_{temp}\text{år}$

Justeringsfaktorer för byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning beroende på geografiskt läge: 0,9

$$E_{BSE} = 90 \cdot 0,9 = 81 \text{ [kWh}/\text{m}^2]$$

$$VäB + VVB = 114099 \text{ [kWh]}$$

$$E_{eanv} = (VäB + VVB)/A_{temp} = 114099/708 = \mathbf{161} \text{ [kWh}/\text{m}^2]$$

$$\text{Klass A: } 0,50E_{BSE} = 0,50 \cdot 81 = \mathbf{40,5} \text{ [kWh}/\text{m}^2]$$

$$\rightarrow E_{eanv} < 0,5E_{BSE}$$

**Uppfyller inte klass A.**

$$\begin{aligned} \text{Klass G: } 1,75 E_{BSE} &= 1,75 \cdot 81 = \mathbf{142} \text{ [kWh/m}^2\text{]} \\ &\rightarrow E_{eantv} > 1,75 E_{BSE} \end{aligned}$$

**Uppfyller Klass G.**

### **5.3 Analys**

Resultatet visar att det befintliga huset har ett effektbehov för dimensionerande vinterutetemperatur på  $39 \text{ W/m}^2$ , vilket gav effektklass D. Husets energianvändning är  $161 \text{ kWh/m}^2$ , vilket gav energiklass G. Energistatusen ligger över BBR:s gällande krav, därför bör huset renoveras för att kunna höja dess effekt- och energistatus till dagens krav.

## **6 Åtgärder utförda av LKF**

I LKF:s utredningsrapport föreslogs ett antal åtgärder för att minska energianvändningen. Dessa åtgärdsförslag analyserades med hänsyn till energibesparingen som varje åtgärd ger. De mest lönsamma åtgärderna både ur energi- och ekonomiaspekten genomfördes.

### **6.1 Tak**

För att minimera energiförlusterna, bör takkonstruktionens isoleringstjocklek ökas. Enligt beräkningarna som LKF gjorde, visade det sig att tjockare takisolering inte ger någon stor energibesparing, därför genomfördes inte denna åtgärd.

### **6.2 Fasadvägg**

Det anses vara omöjligt att tilläggsisolera fasadväggen, då det kan påverka det estetiska utseendet och utrymmesbehovet. Spalter mellan fasadelementen och kantbalkarna samt runt fönstren skall tätas väl. Den yttre väggbeklädnaden av regelstomme rivs och kompletteras med en ny regelstomme och nytt fasadmaterial.

### **6.3 Kantbalk**

Den befintliga dräneringen grävs upp och en ny dränering omläggs. Kantbalken isoleras horisontellt och fylls ut med isolerade kantelement.

### **6.4 Grund**

Tilläggsisolering av sockeln och marken (tjälisolering) ger en varmare platta, energianvändningen minskar samt minskad risk för fuktproblem. Vs- och elledningarna isoleras med cellplast och mineralullsremсор.

### **6.5 Köldbryggor**

För att minimera köldbryggornas energiförlustposter, tätas samtliga köldbryggor så bra det går.

## **6.6 Fönster och dörrar**

De befintliga fönstren ersätts med nya fönster som har ett U-värde på 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Enligt ritningarna skall nya dörrar med djupare karmyttermått ersätta de befintliga dörrarna. Dock är inget U-värde angivet för de nya dörrarna.

## **6.7 Ventilation**

För att sänka energiförlusten genom ventilationen, ersätts det befintliga frånluftssystemet med nytt utekompenserat F-system, fjärrvärme primärt till varje huskropp.

## 7 Beräkningar på LKF:s renovering

I föregående kapitelns åtgärdsförslag vidtogs de mest lönsamma av dem, vilket gav förändrade energiförluster. Enligt LKF:s mätningar efter renoveringen, ligger husets energianvändning på 150 kWh/m<sup>2</sup>.

### 7.1 Effektklass

$$P_{DVUT} = (\Phi_{tr} + \Phi_{V1} + \Phi_{V2}) / A_{temp} \quad [W/m^2]$$

Transmissionsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{tr} = (\sum U_i \cdot A_i + \sum I_k \cdot \Psi_k + \sum X_j)(\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad [W]$$

**U-värde** (Värmeövergångskoefficienten för byggnadsdel)

- Väggar SW: 0,363 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Väggar btg + panel: 0,355 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Tak: 0,229 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Platta på mark: 0,284 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Fönster: 1,9 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Ytterdörr: 2,6 (W/(m<sup>2</sup>·K))

**A<sub>i</sub>** (Arean för byggnadsdelens i omslutningsyta mot uppvärmd inneluft, för fönster och dörrar gäller karmyttermått)

- Väggar SW: 526,96 m<sup>2</sup>
- Väggar btg + panel: 164 m<sup>2</sup>
- Tak: 354 m<sup>2</sup>
- Platta på mark: 354 m<sup>2</sup>
- Fönster: 139 m<sup>2</sup>
- Ytterdörr: 15,84 m<sup>2</sup>

**I<sub>k</sub>** (längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan)

- Tak: 112,8 m
- Platta på mark: 120 m
- Mellanbjälklag SW: 71,6 m
- Mellanbjälklag btg + panel: 33,6 m
- Fönster: 374,4 m
- Ytterdörr: 49,6 m

**Ψ<sub>k</sub>** (Värmegenomgångskoefficienten för den linjära köldbryggan)

- Tak: 0,18 (W/(m·K))
- Platta på mark: 0,33 (W/(m·K))

- Mellanbjälklag SW: 0,07 (W/(m·K))
- Mellanbjälklag btg + panel: 0,15 (W/(m·K))
- Fönster: 0,085 (W/(m·K))
- Ytterdörr: 0,085 (W/(m·K))

\* Värmeövergångskoefficienten  $X_j$  för punktformiga köldbryggor beaktas ej.

$$\Phi_{tr} = (736 + 106)(293 - 263,9) = \mathbf{24502} \text{ [W]}$$

Ventilationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

Husets befintliga frånluftssystem ersätts med ett med nya utekompenserad F-system.

$$\Phi_{V1} = \rho c \cdot q_v \cdot d \cdot (1 - \eta)(\theta_i - \theta_{DVUT}) - d \cdot P_{kylfvp} \quad \text{[W]}$$

$$\rho c = 1200 \quad \text{[J/m}^2 \cdot \text{K]}$$

$$q_v = 0,037 \quad \text{[m}^3/\text{s]}$$

$d = 1$  (drift dygnet runt)

$\eta = 0$  (ingen värmeåtervinnig)

Värmepumpens kyleffekt  $P_{kylfvp}$  ingår inte.

$$\Phi_{V1} = 1200 \cdot 0,037 \cdot 1 \cdot (1 - 0)(293 - 263,9) - 1 = \mathbf{1292} \quad \text{[W]}$$

Infiltrationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{V2} = \rho c \cdot q_{drift} \cdot (\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad \text{[W]}$$

Eftersom huset inte är färdigbyggt och lufttätheten inte kan kontrolleras, tas istället hänsynen till läckage 0,1 oms/h.

$$q_{drift} = 0,1 \cdot 1700 = 170 \text{ [m}^3/\text{h]} = \frac{170}{3600} = 0,047 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$\Phi_{V2} = 1200 \cdot 0,047 \cdot (293 - 263,9) = \mathbf{1649} \text{ [W]}$$

$$P_{DVUT} = (24502 + 1292 + 1649) / 708 = \mathbf{39} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$P_{DVUT} = \mathbf{39} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Effektklass	Klimatclass III
<b>D</b>	$33 < P_{DVUT} \leq 41$



## 7.2 Energiklass

$$E_{BSE} = 90 \cdot 0,9 = 81 \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$VäB + VVB = 101089 \text{ [kWh]}$$

$$E_{eanv} = (VäB + VVB)/A_{temp} = 101089/708 = \mathbf{143} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$\text{Klass A: } 0,50E_{BSE} = 0,50 \cdot 81 = \mathbf{40,5} \text{ [kWh/m}^2\text{]} \\ \rightarrow E_{eanv} < 0,5E_{BSE}$$

**Uppfyller inte klass A.**

$$\text{Klass G: } 1,75 E_{BSE} = 1,75 \cdot 81 = \mathbf{142} \text{ [kWh/m}^2\text{]} \\ \rightarrow E_{eanv} > 1,75E_{BSE}$$

**Uppfyller Klass G.**

## 7.3 Analys

Beräkningarna som utfördes efter renoveringen resulterade i oförändrad effektstatus,  $39 \text{ W/m}^2$ , vilket gav effektklass D. Husets energianvändning är minskade till  $143 \text{ kWh/m}^2$ , vilket gav energiklass G. Detta tyder på att LKF:s renoveringsprojekt inte lyckades höja effekt- och energiklasserna. BBR:s gällande krav uppnås ej.

## 8 Beräkningar på förbättringsåtgärder

Då LKF inte lyckades uppfylla BBR:s gällande energikrav, utfördes denna åtgärdsförbättring med syfte på att minska energianvändningen samt höja energiklassen. De förbättringsåtgärder som genomförs på det befintliga huset är:

- Byte av befintliga fönster och dörrar till nya, med U-värde på 0,9 respektive 0,7 ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ).
- Tilläggsisolera ytterväggarna och taket invändigt, 50 mm isolering + gipsskiva, se bilaga 6.
- Tilläggsisolera grunden med ytterligare 40 mm och tjälisolerade marken, se bilaga 6.
- Montera solceller och solfångare på taket.
- Täta köldbryggor.

### 8.1 Solenergi

Genom att installera solceller och solfångare på bostäders klimatskal minskas beroendet av köpt el och sänker även energistatusen för byggnaden. I beräkningarna, se bilaga 7, utfördes med hjälp av PVGIS.

För att få fram solinstrålningen för området Offerkällan, användes Lund som referensort och lutningen på taket sattes till  $0^\circ$ . Övriga inställningar ändrades ej. Då taket är låglutande (platt) antogs att taket är riktad i sydlig riktning vilket är det optimala för solinstrålning. Beräkningar gjordes på ett hus för att se hur stor area som krävs för att i så stor mån som möjligt täcka el- och varmvattenanvändningen. Därefter gjordes beräkningar på ett annat exempel där tio av de totalt 38 husen i området är försedda med solceller som ska generera elektricitet till övriga hus. Det antas att varje hus har solfångare för eget behov. Användningen av el- och tappvarmvatten är baserad på uppgifter från Sveriges centrum för nollenergihus (2012) samt fördelningen av användningen över året.

I diagram 1, 2 och 3 illustreras hur varmvatten- och elproduktionen möter behovet.

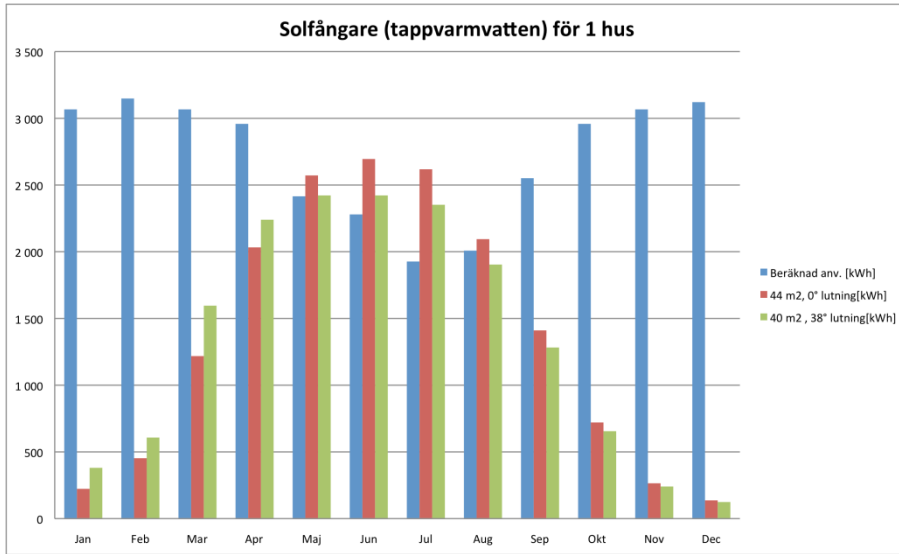


Diagram 1

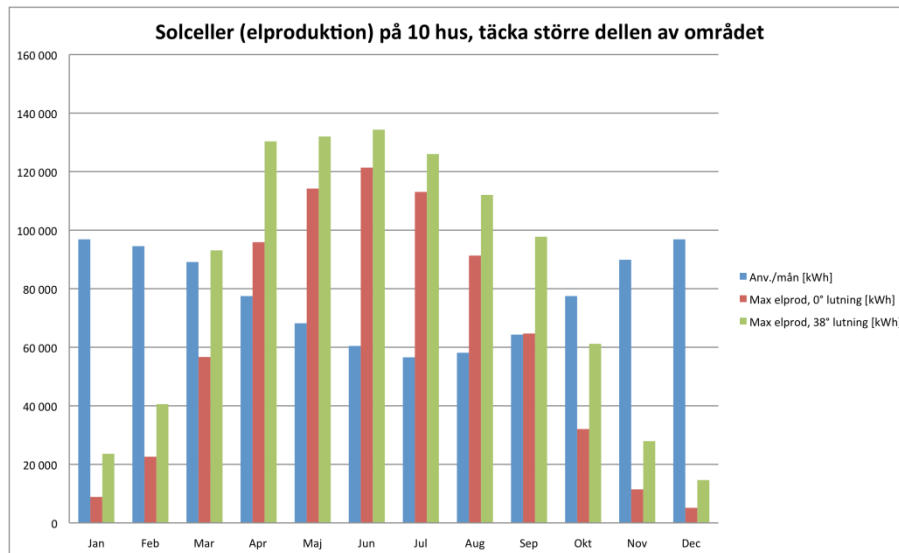


Diagram 2

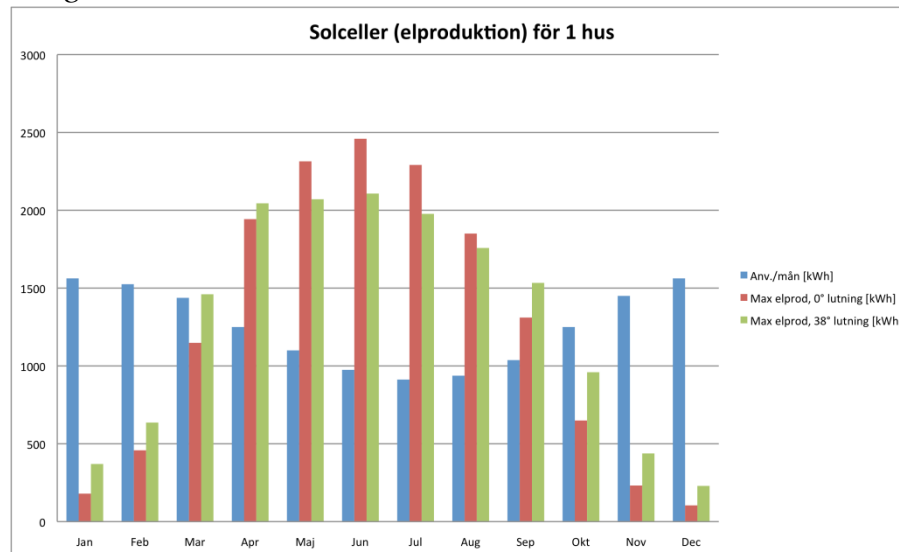


Diagram 3

## 8.2 Effektklass

$$P_{DVUT} = (\Phi_{tr} + \Phi_{V1} + \Phi_{V2}) / A_{temp} \quad [W/m^2]$$

Transmissionsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{tr} = (\sum U_i \cdot A_i + \sum I_k \cdot \Psi_k + \sum X_j)(\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad [W]$$

**U-värde** (Värmeövergångskoefficienten för byggnadsdel)

- Väggar SW: 0,23 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Väggar btg + panel: 0,23 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Tak: 0,18 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Platta på mark: 0,28 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Fönster: 0,9 (W/(m<sup>2</sup>·K))
- Ytterdörr: 0,7 (W/(m<sup>2</sup>·K))

**A<sub>i</sub>** (Arean för byggnadsdelens i omslutningsyta mot uppvärmd inneluft, för fönster och dörrar gäller karmyttermått)

- Väggar SW: 526,96 m<sup>2</sup>
- Väggar btg + panel: 164 m<sup>2</sup>
- Tak: 354 m<sup>2</sup>
- Platta på mark: 354 m<sup>2</sup>
- Fönster: 139 m<sup>2</sup>
- Ytterdörr: 15,84 m<sup>2</sup>

**I<sub>k</sub>** (längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan)

- Tak: 112,8 m
- Platta på mark: 120 m
- Mellanbjälklag SW: 71,6 m
- Mellanbjälklag btg + panel: 33,6 m
- Fönster: 374,4 m
- Ytterdörr: 49,6 m

**Ψ<sub>k</sub>** (Värmegenomgångskoefficienten för den linjära köldbryggan)

- Tak: 0,1109 (W/(m·K))
- Platta på mark: 0,095 (W/(m·K))
- Mellanbjälklag SW: 0,07 (W/(m·K))
- Mellanbjälklag btg + panel: 0,15 (W/(m·K))
- Fönster: 0,085 (W/(m·K))
- Ytterdörr: 0,085 (W/(m·K))

\* Värmeövergångskoefficienten X<sub>j</sub> för punktformiga köldbryggor beaktas ej.

$$\Phi_{tr} = (457,949 + 170,403)(293 - 263,9) = \mathbf{18285} \text{ [W]}$$

Ventilationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

Ventilationssystemet som LKF använde i pilotprojektet, FTX-system, visade sig i praktiken inte har lika hög verkningsgrad som det framgår ur de teoretiska beräkningarna. Därmed används ett utekompenserat F-system.

$$\Phi_{V1} = \rho c \cdot q_v \cdot d \cdot (1 - \eta)(\theta_i - \theta_{DVUT}) - d \cdot P_{kylfvp} \quad [W]$$

$$\rho c = 1200 \quad [J/m^2 \cdot K]$$

$$q_v = 0,037 \quad [m^3/s]$$

d= 1 (drift dygnet runt)

$\eta = 0$  (ingen värmeåtervinnig)

Värmepumpens kyleffekt  $P_{kylfvp}$  ingår inte.

$$\Phi_{V1} = 1200 \cdot 0,037 \cdot 1 \cdot (1 - 0)(293 - 263,9) - 1 = \mathbf{1292} \quad [W]$$

Infiltrationsförluster vid dimensionerande vinterutetemperatur:

$$\Phi_{V2} = \rho c \cdot q_{drift} \cdot (\theta_i - \theta_{DVUT}) \quad [W]$$

Eftersom huset inte är färdigbyggt och lufttäteten inte kan kontrolleras, tas istället hänsynen till läckage 0,1 oms/h.

$$q_{drift} = 0,1 \cdot 1700 = 170 \quad [m^3/h] = \frac{170}{3600} = 0,047 \quad [m^3/s]$$

$$\Phi_{V2} = 1200 \cdot 0,047 \cdot (293 - 263,9) = \mathbf{1649} \text{ [W]}$$

$$P_{DVUT} = (18285 + 1292 + 1649) / 708 = \mathbf{30} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$P_{DVUT} = \mathbf{30} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Effektklass	Klimatklass III
<b>C</b>	$25 < P_{DVUT} \leq 33$

### 8.3 Energiklass

$$E_{BSE} = 90 \cdot 0,9 = 81 \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$VäB + VVB = 49331 \text{ [kWh]}$$

$$E_{eanv} = (VäB + VVB)/A_{temp} = 49331/708 = \mathbf{70} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$\text{Klass A: } 0,50E_{BSE} = 0,50 \cdot 81 = \mathbf{40,5} \text{ [kWh/m}^2\text{]} \rightarrow E_{eanv} < 0,5E_{BSE}$$

**Uppfyller inte klass A.**

$$\text{Klass C: } 0,75 E_{BSE} = 0,75 \cdot 81 = \mathbf{61} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$1,00 E_{BSE} = 1,00 \cdot 81 = \mathbf{81} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$\rightarrow 75E_{BSE} < E_{eanv} \leq 1,00 E_{BSE}$$

**Uppfyller Klass C.**

### 8.4 Analys

De åtgärdslösningar som föreslogs gav lägre effekt- och energistatus, 30 W/m<sup>2</sup> respektive 70 kWh/m<sup>2</sup>. Detta innebar en höjning av effekt- och energiklasser, där båda uppnådde klass C. BBR:s gällande krav uppnås.

### 8.5 Sammanställning av resultat

I tabellerna 3 och 4 redovisas en sammanställning av resultaten från kapitel 5, 7 och 8.

	Befintligt	LKF:s renovering	Åtgärdsförslag
$P_{DVUT} \text{ [W/m}^2\text{]}$	39	39	30
$E_{eanv} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$	161	143	70

Tabell 3

	Befintligt	LKF:s renovering	Åtgärdsförslag
Effektklass	D	D	C
Energiklass	G	G	C

Tabell 4

## 9 Diskussion

Möjligheterna att förbättra miljonprogramhusens energistatus ligger inom rimliga ramar. Genom förhållandevis små medel, kan stora energibesparingar erhållas. Det studerade bostadsområdet, Offerkällan, når i dagens mått inte kraven för energihushållning. Renoveringslösningar som genomfördes, resulterade i marginella energibesparingar. Detta gav oförändrade effekt- och energiklasser, D respektive G. Före renoveringen låg energiförbrukningen på 176-230 kWh/m<sup>2</sup>. Efter LKF:s renoveringsåtgärder minskades energiförbrukningen till 150 kWh/m<sup>2</sup>. Trots utförda investeringar för att förbättra energistandarden, nås inte gällande krav från BBR. Åtgärderna antas ligga till grund på företagets långsiktiga miljömål samt dess ekonomiska situation. Byte av fönster och dörrar, var ett av de alternativ som förkastades, då de ansågs vara funktionsdugliga. Dock står de för 24 % av husets totala transmissionsförluster. Därför är byte av fönster och dörrar, en viktig del för att minska husets U-värde.

Energimässigt är det mest fördelaktigt att isolera utvändigt, då betong har hög värmetröghet, värmelagringsförmåga. Enligt detaljplanen skall den befintliga fasaden behållas, vilket föranledde till valet att tilläggsisolera invändigt. De åtgärdsförslag som denna rapport lägger fram är att ytterväggar, tak och golv isoleras invändigt, vilket minskar köldbryggorna. Tilläggsisolering på klimatskalets utsida kräver både större material- och tidsåtgång. Utifrån denna förändring minskas lägenhetens uthyrbara area, dock endast med 1 m<sup>2</sup>. Byte av fönster och dörrar, till lägre U-värde, är en av de åtgärder som beaktades under beräkningens gång, vilket minskade energianvändningen. Energianvändningen på de framlagda lösningarna, gav ett bättre värde, 70 kWh/m<sup>2</sup>, vilket når BBR:s gällande krav, 90 kWh/m<sup>2</sup>. Detta gav en höjning för både effekt- och energiklass, där båda uppnådde klass C. BBR:s kommande energikrav för år 2014 måste vara lägre än 81 kWh/m<sup>2</sup>. Därmed uppfyller åtgärdsförslagen även kommande krav.

Teoretisk kan energianvändningen sänkas ytterligare vid installation av ett FTX – system, dock visade LKF:s pilotprojekt att installationen inte är lika lönsam, som de teoretiska beräkningarna visar. Därför valdes, liksom LKF:s lösning, att använda ett frånluftssystem.

För att utnyttja de stora takytorna samt använda sig av de förnyelsebara energikällorna är solceller och solfångare ett alternativ. För att täcka 50 % av varmvattenbehovet, för ett hus med åtta lägenheter, krävs 40-44 m<sup>2</sup> solfångare. Storleken på solfångare beror på om ställningar används, detta för optimering av solinstrålningen. Det krävs en solcellsarea på 48-62 m<sup>2</sup>, för att täcka årsbehovet av hushållsel för ett hus. Vid en senare uträkning av solcellernas

placering, kan de tak med bästa förutsättningar för placering av solceller väljas. Det valdes att täcka 10 tak, istället för att vart och ett av husen ska stå för sin egen försörjning. Husen är även placerade i olika riktningar, därmed är det viktigt att hitta de hus som är mest lämpade för installation, vilket även underlättar arbete och reparationer.

De förslag som är framtagna i denna rapport syftar till att kunna appliceras på flertalet av landets bostäder, byggda under 60- och 70-talet. Att tilläggsisolera på ytterväggens insida ger en mindre uthyrbar area, men är marginell. Genom att även byta ut fönster skapas en ökad inomhuskomfort, då dragproblem minskar. Montering av solceller och solfångare skapar förutsättningar för en hållbarare elproduktion vilket minskar bostädernas klimatpåverkan och sänker dess köpta energi. Miljonprogramshusen är byggda av betong eller andra byggnadsmaterial som är möjliga att tilläggsisolera. De har i de flesta fall plana eller låglutande tak och oftast fritt belagda, vilka är fördelaktiga för utvinning av solenergi.



## **10 Slutsats**

De befintliga husen uppnådde inte BBR:s krav för energihushållning. Trots LKF:s investeringar lyckades de inte sänka energiförbrukningen för att nå kraven. Därmed förblev effekt- och energiklasserna oförändrade.

Åtgärdsförslagen ger större energibesparingar, än de åtgärder som genomfördes. Beräkningar på förslagsåtgärderna gav en effekt- och energiklasshöjning, till klass C. Vilket medför att gällande- samt kommande energikrav som BBR ställer uppfylls. Byte av fönster och montering av solceller ger stor energibesparingar på lång sikt.

### **10.1 Förslag på vidare arbete**

Energieffektivisering är ett mycket brett ämne, där olika åtgärder kan undersökas och kombineras på olika sätt. FTX-systemet är en av de åtgärder som valdes bort, då det praktiskt inte gav lika stora besparingar som det framgår ur de teoretiska beräkningarna. Vidare studier på orsaken till avvikelser mellan de teoretiska och de praktiska mätningarna kan genomföras.

## 11 Referenser

- Anvisningar till byggnadsstadgan: [BABS 1960]. (1960). Stockholm:
- Asplind, B. (2012). *Bygg mer energieffektiva bostäder nu*.  
[www.passivhuscentrum.se/node/5959](http://www.passivhuscentrum.se/node/5959) [2014-02-24]
- Björk, C., Kallstenius, P. & Reppen, L. (2006). *Så byggdes husen 1880-2000 arkitektur, konstruktion och material i våra flerbostadshus under 120 år*.  
Enskede: TPB
- Boverkets (2014). *Boverkets författningssamling: BFS-2014-xx-BBR-2014*.  
[http://www.boverket.se/Global/Om\\_Boverket/Dokument/diarium/Remisser/2014/BFS-2014-xx-BBR-remiss-140131.pdf](http://www.boverket.se/Global/Om_Boverket/Dokument/diarium/Remisser/2014/BFS-2014-xx-BBR-remiss-140131.pdf) [2014-03-21]
- Carlberg, K., Saastamoinen, H. & Svensson J. (2013). *Skaka fram pengar till miljonprogrammet*. <http://www.nyteknik.se/asikter/debatt/article3778379.ece>  
[2014-03-07]
- Enmark, M. (2008). *Kv Offerkällan, Lund, Sankt Hans gränd 1-44: Ombyggnad och energieffektivisering av bostadsområde: Utredningsrapport*.  
PDF-fil. Lunds Kommuns Fastighets AB.
- Eriksson, O. (1994). *Byggbeställare i brytningstid: bostadssektorn och statligt byggande under miljonprogramperioden*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.
- Hall, T. (red.) (1999). *Rekordåren: en epok i svenskt bostadsbyggande*. 1. uppl. Karlskrona: Boverket
- Johansson, B. (red.) (2012). *Miljonprogrammet - utveckla eller avveckla?*.  
Stockholm: Forskningsrådet Formas
- Kignell, J. & Lager, S. (2006). *Karlslund – En på miljonen: att planera framtiden i ett miljonprogramsområde*. Magisteruppsats, Blekinge Tekniska Högskola. Blekinge: Högskola.
- LKF. (u.å.). *Offerkällan*.  
[https://marknad.lkf.se/HSO/Area/area\\_info\\_cm.aspx?cmguid=dc6bcae3-11cf-4590-a287-63f2a86b9417](https://marknad.lkf.se/HSO/Area/area_info_cm.aspx?cmguid=dc6bcae3-11cf-4590-a287-63f2a86b9417) [2014-03-06]
- LKF, Hyresgästföreningen & Fastighetsägarna. (2012). *Lundamodellen: En ny modell för en rättvisare hyressättning*.  
[http://www.lkf.se/ImageVault/Images/id\\_6248/scope\\_0/ImageVaultHandler.aspx](http://www.lkf.se/ImageVault/Images/id_6248/scope_0/ImageVaultHandler.aspx) [2014-03-10]
- Magnusson, F. (2013). Hyresgäster stämmer LKF, *Lokaltidningen Lund*, 24 april.
- Paunović, D (2012). *Ombyggnadsinformation Kv Offerkällan Etapp 3-6: Energieffektivisering, yttre och inre underhållsarbete samt renovering av*

*badrum*. [www.lkf.se/Byggprojekt/Ombyggnadsprojekt/Offerkällan-etapp-3-6/](http://www.lkf.se/Byggprojekt/Ombyggnadsprojekt/Offerkällan-etapp-3-6/)  
[2014-03-06]

Paunovic, D., Lundström, B. & Enmark, M. (2014). *Kv Offerkällan, Lund: renovering med energifokus*. PDF-fil. Lunds Kommuns Fastighets AB.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). Institute for Environment and Sustainability.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Ramberg, K. (2000). *Allmännyttan: välfärdsbygge 1850-2000*. Stockholm: Byggförl. i samarbete med Sveriges allmännyttiga bostadsföretag (SABO)

Samuelsson, N. (red.) (2004). *Förändra varsamt: vägledning vid ombyggnader av rekordårens bebyggelse*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

Stadsbyggnadskontoret. (2012). *Detaljplan för Offerkällan*. Lunds Kommun.

Stenbäck, C. (2013). *Boende vill stoppa höghus på Offerkällan*.

[www.skanskan.se/article/20131003/LUND/131009715/-/boende-vill-stoppa-hoghus-pa-offerkallan](http://www.skanskan.se/article/20131003/LUND/131009715/-/boende-vill-stoppa-hoghus-pa-offerkallan) [2014-03-06]

Sveriges centrum för Nollenergihus 2012). *Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus*.

<http://www.nollhus.se/dokument/Kravspecifikation%20FEBY12%20-%20bostader%20sept.pdf>

SWECO. (u.å.). *Offerkällan, Lund*.

[www.sweco.se/sv/Sweden/Tjanster/Installationsteknik/Energi/Offerkallan/](http://www.sweco.se/sv/Sweden/Tjanster/Installationsteknik/Energi/Offerkallan/)  
[2014-03-06]

Swedish Standard Institute (2011). *Byggnaders energiprestanda – Del 1: Effektklassning av värmebehov. SS\_24300-1\_2011*.

Vidén, S. & Lundahl, G. (red.) (1992). *Miljonprogrammets bostäder: bevara - förnya - förbättra*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.

Virgin, K. (2013). 40-årskris i förorten. *Ingenjören*, (2).

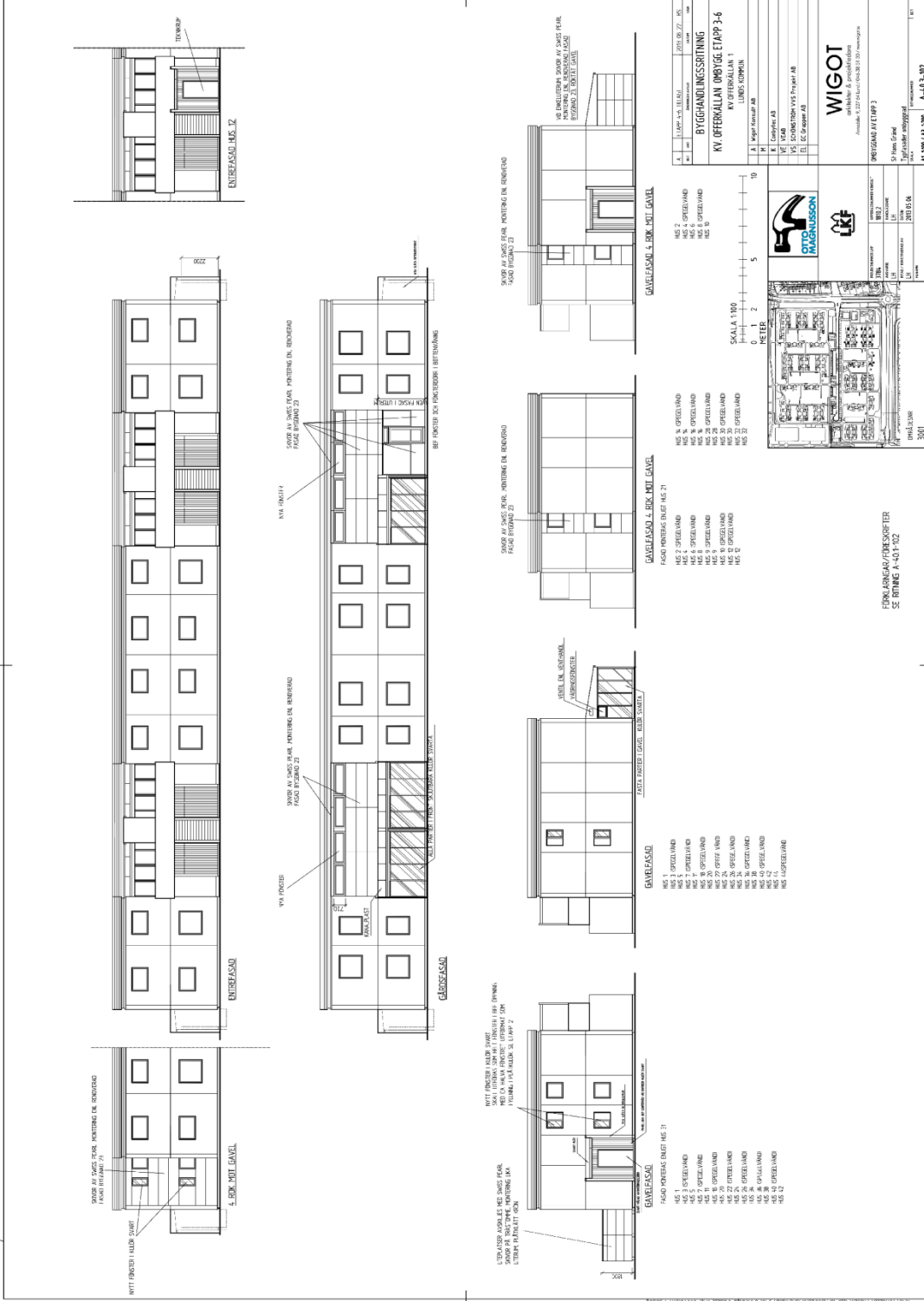
Wahlgren, K. (2012). *Intern hyresstrid rasar i Lund*.

<http://www.hemhyra.se/artikel/skane/intern-hyresstrid-rasar-i-lund-12483>  
[2014-03-10]

Öresjö, E. (1996). *Att vända utvecklingen: kommenterad genomgång av aktuell forskning om segregation i boendet*. Stockholm: Sveriges allmännyttiga bostadsföretag (SABO)

# 12 Bilagor

## 12.1 Bilaga 1: Fasadritning



# 12.2 Bilaga 2: Planritning



BYGGHANDLINGSRITNING	
KV ÖFFERKALLAN ÖMBYGG ETAPP 3-6	
KV ÖFFERKALLAN 1	
LUNDÖS KOMMUN	
A	Lejer Konst AB
K	Clash for AB
VE	VE AB
VVS	SCHNITZER VVS Projekt AB
EL	EC Gruppen AB
<b>WIGOT</b>	
Arvidsbladsvägen 2, 222 64, 441 00, 441 00, 441 00, 441 00	
UPPTÄGAD AV ETAPP 1-4	
51 Havn Gård 4, 6, 8 och 10, rennyttad	
2018 06 22	
A1100 231308 A-01-102	

SKALA 1:100  
0 1 2 5 10  
METER

**OTTO  
MAGNUSON**

**LRF**

BYGGHANDLINGSRITNING  
KV ÖFFERKALLAN ÖMBYGG ETAPP 3-6  
KV ÖFFERKALLAN 1  
LUNDÖS KOMMUN  
2018 06 22

FÖR FÖRSLAG/ÖVERSKRIFTER  
SE RITNING A-01-102

## 12.3 Bilaga 3: Isover Energi, del 1



### Resultat från Um-beräkning

2014-04-02 11:53

Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77, Bostad - Utomhus

Utförd av: Studielicens, LTH Installationsteknik

#### Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U \cdot A + \text{Summa } \Psi \cdot L) / A_{om} = 0,36 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$

Um krav = 0,40 W/m<sup>2</sup>, °C

Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m <sup>2</sup> , °C)	A (m <sup>2</sup> )	U*A
1. Yttervägg Norr bgt	0,23	73,0	16,57
2. Fönster 10x10	0,90	2,0	1,80
3. Dörr	0,70	3,8	2,66
4. Yttervägg Väster bgt	0,23	110,8	25,15
5. Fönster 14x14	0,90	16,0	14,40
6. Fönster 11x14	0,90	12,0	10,80
7. Yttervägg Väster panel	0,23	49,6	11,16
8. Dörr altan	1,00	7,6	7,60
9. Fönster 18x7	0,90	10,4	9,36
10. Fönster 18x17	0,90	12,4	11,16
11. Fönster 10x17	0,90	6,8	6,12
12. Fönster 10x3	0,90	1,2	1,08
13. Yttervägg Öster bgt	0,23	203,1	45,70
14. Fönster 14x10	0,90	16,8	15,12
15. Fönster 14x14	0,90	8,0	7,20
16. Yttervägg Söder betong	0,23	75,0	17,03
17. Dörr	0,70	3,8	2,66
18. Tak	0,18	354,0	62,66
19. Grund	0,28	354,0	100,54
<b>Aom &amp; Summa U*A</b>		<b>1320,30</b>	<b>368,76</b>

Köldbrygga	Psi (W/m, °C)	L (m)	Psi*L
Mellanbjl SW	0,07	71,60	5,01
Mellanbjl bgt+panel	0,15	33,60	5,04
Takfot	0,28	112,80	31,58
Sula - vägg	0,33	120,00	39,60
Omkrets fönster SW	0,13	164,80	21,42
Omkrets fönster bgt+panel	0,04	90,00	3,60

ISOVER Energi 3

Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77

LTH Installationsteknik

Sida 1 (8)



Längd köldbrygga & Summa Psi\*L

592,80

106,26



## Använda konstruktioner

### Typ 1.

Grunden

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

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

U-värde: 0,284 W/m<sup>2</sup>, °C

### Typ 2.

Tak

	(mm)	(W/m, °C)	(%)	(W/m, °C)
Isover ULTIMATE UNI	50	0,037		
Betong	200	1,7		
Isover ULTIMATE UNI	120	0,037		
Isover ULTIMATE UNI	30	0,037		

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

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

U-värde: 0,177 W/m<sup>2</sup>, °C

### Typ 3.

Yttervägg bgt

	(mm)	(W/m, °C)	(%)	(W/m, °C)
Gipsskiva	13	0,25		
Isover ULTIMATE UNI	50	0,037		
Betong	90	1,7		
Isover ULTIMATE UNI	100	0,037		
Betong	120	1,7		

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

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

U-värde: 0,227 W/m<sup>2</sup>, °C





Typ 4.

Yttervägg panel

	(mm)	(W/m,°C)	(%)	(W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Isover ULTIMATE UNI	50	0,037		
Betong	120	1,7		
Isover ULTIMATE UNI	100	0,037		
Luftspalt, väl ventilerad	15			
Trä	20	0,14		

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

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

U-värde: 0,225 W/m<sup>2</sup>,°C

### Använda fönstertyper

Typ 5.

Fb1010

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 6.

Fb1017

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 7.

Fb10x3

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 8.

Fb1114

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 9.

Fb1410

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 10.

Fb1414

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

ISOVER Energi 3  
Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77

LTH Installationsteknik

Sida 4 (8)



Typ 11.

Fb1817

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 12.

Fb187

U-värde: 0,900 W/m<sup>2</sup>,K

### Använda dörrtyper

Typ 13.

Dörr

U-värde: 0,700 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 14.

Dörr altan

U-värde: 1,000 W/m<sup>2</sup>,K

### Byggnadsytor - Bostad

Yta 1.

Yttervägg Norr bgt

Konstruktion: Yttervägg bgt

Orientering: 0°

Nettoarea: 73,0 m<sup>2</sup>

Yta 2.

Fönster 10x10

Konstruktion: Fb1010

Orientering: 0°

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



Yta 3.

Dörr  
Konstruktion: Dörr  
Orientering: 0°  
Nettoarea: 3,8 m<sup>2</sup>

Yta 4.

Yttervägg Väster btg  
Konstruktion: Yttervägg bgt  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 110,8 m<sup>2</sup>

Yta 5.

Fönster 14x14  
Konstruktion: Fb1414  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 16,0 m<sup>2</sup>

Yta 6.

Fönster 11x14  
Konstruktion: Fb1114  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 12,0 m<sup>2</sup>

Yta 7.

Yttervägg Väster panel  
Konstruktion: Yttervägg panel  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 49,6 m<sup>2</sup>

Yta 8.

Dörr altan  
Konstruktion: Dörr altan  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 7,6 m<sup>2</sup>



Yta 9.

Fönster 18x7  
Konstruktion: Fb187  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 10,4 m<sup>2</sup>

Yta 10.

Fönster 18x17  
Konstruktion: Fb1817  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 12,4 m<sup>2</sup>

Yta 11.

Fönster 10x17  
Konstruktion: Fb1017  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 6,8 m<sup>2</sup>

Yta 12.

Fönster 10x3  
Konstruktion: Fb10x3  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 1,2 m<sup>2</sup>

Yta 13.

Yttervägg Öster bgt  
Konstruktion: Yttervägg panel  
Orientering: 90°  
Nettoarea: 203,1 m<sup>2</sup>

Yta 14.

Fönster 14x10  
Konstruktion: Fb1410  
Orientering: 90°  
Nettoarea: 16,8 m<sup>2</sup>



Yta 15.

Fönster 14x14

Konstruktion: Fb1414

Orientering: 90°

Nettoarea: 8,0 m<sup>2</sup>

Yta 16.

Yttervägg Söder betong

Konstruktion: Yttervägg bgt

Orientering: 180°

Nettoarea: 75,0 m<sup>2</sup>

Yta 17.

Dörr

Konstruktion: Dörr

Orientering: 180°

Nettoarea: 3,8 m<sup>2</sup>

Yta 18.

Tak

Konstruktion: Tak

Orientering: 0°

Nettoarea: 354,0 m<sup>2</sup>

Yta 19.

Grund

Konstruktion: Grunden

Orientering: 0°

Nettoarea: 354,0 m<sup>2</sup>

## 12.4 Bilaga 4: Isover Energi, del 2



### Resultat från energiberäkning

2014-04-02 11:59

Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77  
Utförd av: Studielicens, LTH Installationsteknik  
Beräkning enligt BBR 2012.

#### Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige  
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län  
Atemp bostad: 708,4 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 88 kWh/m<sup>2</sup>.år  
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 90 kWh/m<sup>2</sup>.år

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

Summa installerad eleffekt för uppvärmning: 0,0 kW

BBR klassar byggnaden som ej eluppvärmd.

#### Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 2% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal kan vara för liten.

## Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

### Förluster

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

### Tillskott

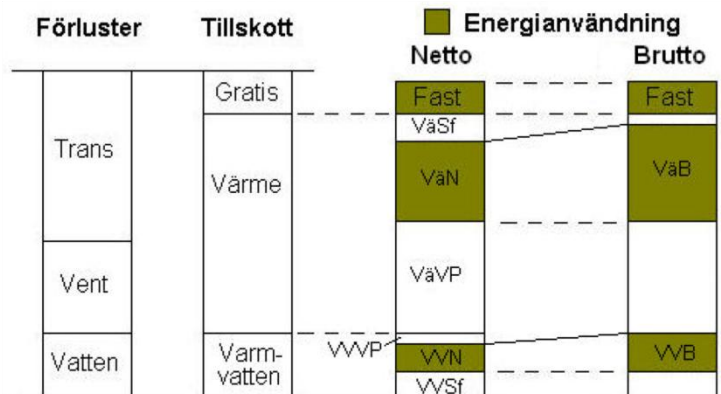
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

### Energianvändning

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

## Principfigur

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





## BOSTAD

### Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäB + VVB	Kyla
Jan	7069	5636	2803	4099	8606	2803	1104	11146	0
Feb	6575	5242	2532	4129	7688	2532	997	9546	0
Mar	6291	5015	2803	5192	6114	2803	1104	7339	0
Apr	4925	3926	2712	5969	2882	2712	1068	2166	0
Maj	3152	2513	2803	4581	1084	2803	1104	315	0
Jun	1954	1558	2712	3146	366	2712	1068	291	0
Jul	1303	1039	2803	2186	156	2803	1104	84	0
Aug	1469	1171	2803	2454	186	2803	1104	728	0
Sep	2475	1973	2712	3757	691	2712	1068	1373	0
Okt	4135	3297	2803	4549	2883	2803	1104	4312	0
Nov	5337	4255	2712	4357	5235	2712	1068	7215	0
Dec	6680	5325	2803	4052	7953	2803	1104	10516	0
<b>Totalt</b>	<b>51365</b>	<b>40950</b>	<b>33000</b>	<b>48471</b>	<b>43844</b>	<b>33000</b>	<b>13000</b>	<b>49331</b>	<b>0</b>

ISOVER Energi 3  
Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77

LTH Installationsteknik

Sida 3 (5)





Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,4	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	20	0
Infiltration inkl. fönstervädring, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m <sup>2</sup>	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	0	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	21000	0
Fastighetsenergi, kWh/år	13000	0
Antal personer, genomsnitt, st	24	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Installerad el-effekt för drift av värmepump, kW	0	0
Verkningsgrad Värme, %	98	0
Verkningsgrad Varmvatten, %	98	0
Installerad el-effekt för uppvärmning, kW	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	16500	0
Solfångare för värme, kWh/år	12000	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	33000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyla, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyla, övrigt, kWh	0	0

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

### Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvarea, m<sup>2</sup>: 708,4

Volym, m<sup>3</sup>: 1700,16

Yta	Area, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> , °C	Orientering, °
Grund	354,0	0,28	
Tak	354,0	0,18	
Yttervägg Norr bgt	73,0	0,23	0
Fönster 10x10	2,0	0,90	
Dörr	3,8	0,70	
Yttervägg Söder betong	75,0	0,23	180
Dörr	3,8	0,70	
Yttervägg Väster bgt	110,8	0,23	270
Fönster 14x14	16,0	0,90	
Fönster 11x14	12,0	0,90	
Yttervägg Väster panel	49,6	0,23	270
Dörr altan	7,6	1,00	
Fönster 18x7	10,4	0,90	

ISOVER Energi 3  
Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77

LTH Installationsteknik

Sida 4 (5)



Fönster 18x17	12,4	0,90	
Fönster 10x17	6,8	0,90	
Fönster 10x3	1,2	0,90	
Yttervägg Öster bgt	203,1	0,23	90
Fönster 14x10	16,8	0,90	
Fönster 14x14	8,0	0,90	

<b>Köldbrygga</b>	<b>Längd, m</b>	<b>Psi, W/m,K</b>
Mellanbjl SW	71,60	0,07
Mellanbjl btg+panel	33,60	0,15
Takfot	112,80	0,28
Sula - vägg	120,00	0,33
Omkrets fönster SW	164,80	0,13
Omkrets fönster bgt+panel	90,00	0,04

ISOVER Energi 3  
Objekt: Isover Offerkällan våra förslag 77

LTH Installationsteknik

Sida 5 (5)

# 12.5 Bilaga 5: UNorm

**Namn:** Platta på mark

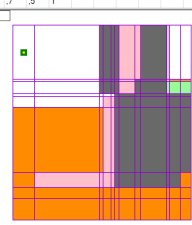
Mått: x: 1 3 .16 .39 .14 .21 .75 .25 1.2 .13 .5 5  
 meter y: 2.5 .11 .55 .14 .5 3 .7 .5 1

**Material:** Hjälp

Byt  $\lambda$

Namn	$\lambda$
Isolering 033	0.033
Isolering 034	0.034
Isolering 035	0.035
Isolering 036	0.036
Isolering 037	0.037
Isolering 038	0.038
Isolering 040	0.040
Isolering 045	0.045
Lättbetong	0.12
Tj. träskivor	0.14
Mark	2
Gipsplatta	0.25
Fasadtegel	0.6
Puts	1
Betong	1.7
Rasfritt stål	17
Stål	50
Inretnitt / Utretnitt	-

Årsvärde: 0.033



Måttet x får vara högst en fjärdedel av lusbredden. Det är inte tillåtet att ha en golvbeläggning ovanpå betongplattan. Det kompenseras du genom att ange ett större  $R_{si}$ -värde för plattan.

två referensfall genereras automatiskt. Det ena är väggen med värmeledning = 0 nedåt. Det andra är plattan, beräknad med hjälp av U-värdet enligt markstandarden. Då behövs tre indata ( $\lambda$ ,  $U$  och  $R_F$ ) som bestäms av inmatade data ovan samt plattans area  $A$  och omkrets  $P$ , som du får ange här.

$\lambda$	$U$	$R_F$	$A$	$P$
2.0	3.230	18.165	350.00	120.00

Markens utsträckning ändras automatiskt och beror på kvoten A/P.

Ökat värmeledning genom väggen ger  $\Psi_1 = 0.500$   
 Ökat värmeledning genom plattan ger  $\Psi_2 = 0.006$

**Randvillkor:**

Hjälp

Väster Öster

Norr Söder

R Temp

0.13 20 Uppvärmat utrymne

0.1 20 Uppvärmat utrymne

0.17 20 Uppvärmat utrymne

0.04 0 Icke Uppvärmat utrymne

0 0 Icke Uppvärmat utrymne

0 0 Icke Uppvärmat utrymne

Värmeledning = 0

Visa alla randvillkor

**Resultat:** U-värdeberäkning med inmatade mått

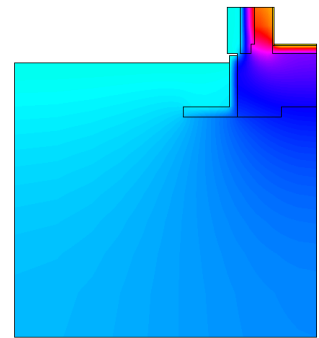
$\Psi = 0.506$   $T_{\text{yta}} = 18.146$

FlödeR = 14.573 + 0.586

FlödeR = 4.463 + 0.000

1600

**Namn:** Platta på mark



**Zoom**

Klicka där du vill att bildens mitt ska vara

Förstora Förminska Skala 1:1

Finjastera figurens läge

**Avrundning**

Välj avrundning av x och y:

0.1 mm 0.5 mm 1 mm 5 mm

0 mm 50 mm 100 mm 500 mm

Närmaste materialgräns i x-riktning

Närmaste materialgräns i y-riktning

Närmaste materialgräns i x- och y-riktning

**Indelning i celler**

Visa/Dölj indelning

42 x 37 = 1554 celler

Minsta cellstorlek = 0.066317

Största cellstorlek = 3.026205

Total längd x-led = 20.730000

Total längd y-led = 22.883330

**Isotrofloder**

Visa/Dölj isotrofloder

160 it

90 it

5 it 10 it 20 it 40 it

**Isotermier**

Visa/Dölj isotermier

0.1 °C

0.2 °C

5.0 °C 2.0 °C 1.0 °C 0.5 °C

Färger

Min Max

Temperatur Det tar tid att få värmeledningsförmåga fram alla färger. Ha tillämpligt

Temperatur i aktuellt material

$\lambda =$

$T_{\text{min}}$   $T_{\text{max}}$   $T_{\text{yta}}$   $T_{\text{mark}}$

Visa/Dölj position

Välj funktion

Skriv temperatur eller värmeledningsförmåga i lista eller figur

Material: x-värde  $\lambda =$  y-värde  $\lambda =$  Flöde

- Högerklicka i figuren för att skriva in värde
- Vänsterklicka i figuren för ny rad i listan
- Sudda genom att klicka på skriven text
- Klicka här för att suddas alla listan
- Klicka här för att suddas all text i figuren

**Namn:** Platta på mark 1

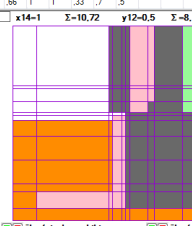
Mått: x: 1 3 .16 .39 .14 .21 .75 .25 1.2 .5 .12 1 1 1  
 meter y: 2.5 .11 .55 .14 .5 3 .7 .5 1

**Material:** Hjälp

Byt  $\lambda$

Namn	$\lambda$
Isolering 033	0.033
Isolering 034	0.034
Isolering 035	0.035
Isolering 036	0.036
Isolering 037	0.037
Isolering 038	0.038
Isolering 040	0.040
Isolering 045	0.045
Lättbetong	0.12
Tj. träskivor	0.14
Mark	2
Gipsplatta	0.25
Fasadtegel	0.6
Puts	1
Betong	1.7
Rasfritt stål	17
Stål	50
Inretnitt / Utretnitt	-

Årsvärde: 0.033



Måttet x får vara högst en fjärdedel av lusbredden. Det är inte tillåtet att ha en golvbeläggning ovanpå betongplattan. Det kompenseras du genom att ange ett större  $R_{si}$ -värde för plattan.

två referensfall genereras automatiskt. Det ena är väggen med värmeledning = 0 nedåt. Det andra är plattan, beräknad med hjälp av U-värdet enligt markstandarden. Då behövs tre indata ( $\lambda$ ,  $U$  och  $R_F$ ) som bestäms av inmatade data ovan samt plattans area  $A$  och omkrets  $P$ , som du får ange här.

$\lambda$	$U$	$R_F$	$A$	$P$
2.0	3.720	29.112	350.00	120.00

Markens utsträckning ändras automatiskt och beror på kvoten A/P.

Ökat värmeledning genom väggen ger  $\Psi_1 = 0.082$   
 Ökat värmeledning genom plattan ger  $\Psi_2 = 0.010$

**Randvillkor:**

Hjälp

Väster Öster

Norr Söder

R Temp

0.13 20 Uppvärmat utrymne

0.1 20 Uppvärmat utrymne

0.17 20 Uppvärmat utrymne

0.04 0 Icke Uppvärmat utrymne

0 0 Icke Uppvärmat utrymne

0 0 Icke Uppvärmat utrymne

Värmeledning = 0

Visa alla randvillkor

**Resultat:** U-värdeberäkning med inmatade mått

$\Psi = 0.093$   $T_{\text{yta}} = 19.393$

FlödeR = 4.813 + 0.082

FlödeR = 2.962 + 0.000

1600

3j Chi Tackbjälklag i trä/trätvervåg 3-dimensionell

Namn: Tackbjälklag

Mått: x → 3 9 1 1.2 2  
 meter y ↓ 2 1.1 1 1.5 2 2  
 z ↑ 5.775

Material: Hjälp  Aktivitet

Byt  $\lambda$  Väg  $\lambda$  Aktivitet

Namn	$\lambda$	Aktivitet
0.033		
0.034		
0.035		
Isolering 036	0.036	
0.037		
0.038		
0.04		
0.045		
0.12		
0.14		
0.16		
0.18		
0.25		
0.6		
0.7		
0.7		
0.7		
Innehåll / behåll		

Hjälptext-ruta: I denna ruta visas hjälptext. Här finns också en genväg till andra platser.

Genväg till:

Ap Chi\_Egit 3-dimensionellt fall Hjälpklicka för att  
 Nr1:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr2:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr3:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr4:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr5:a b c d e f g h i j k l m n o p q

Skriv temperatur eller värmeledstäthet i lista eller figur

Material:  $\lambda =$   
 x y z temp flöde  
 8.5097 12.2553 1.693 0.314

Färger  
 Min Max  
 Temperatur Det tar tid att få fram alla färger. Ha tillämsod!  
 Värmeledstäthet  
 Inga färger

Temperatur i aktuellt material  
 $\lambda =$   
 $T_{min}$   $T_{max}$   $T_{avg}$   $T_{sk}$   
 Visa/Dölj position

Zoom  
 Klicka där du vill att bildens mitt ska vara

Förstora Förminska Skala 1:1  
 Fresta/Återställ läge

Avrundning  
 Våg avrundning av x och y:  
 0.1 mm  0.5 mm  1 mm  5 mm  
 10 mm  50 mm  100 mm  500 mm  
 Närmaste materialgräns i x-riktning  
 Närmaste materialgräns i y-riktning  
 Närmaste materialgräns i x- och y-riktning

Indelning i celler  
 Visa/Dölj indelning  
 45 x 38 = 1710 celler  
 Minsta cellstorlek = 0.078862  
 Största cellstorlek = 3.350724  
 Total längd, x-led = 21.220000  
 Total längd, y-led = 22.223330

Visa/Dölj Isofloder  
 160 st  
 80 st  
 40 st

Visa/Dölj Isotermier  
 0.1 °C  
 0.2 °C  
 0.5 °C  
 1.0 °C  
 2.0 °C

3j Chi Tackbjälklag i trä/trätvervåg 3-dimensionell

Innan du använder denna sida måste du klicka in en z-nivå och ett z-värde.

Välj z = 0.5825 0.5775 0.5896 0.6

Zoom  
 Klicka där du vill att bildens mitt ska vara

Förstora Förminska Skala 1:1  
 Fresta/Återställ läge

Avrundning  
 Våg avrundning av x och y:  
 0.1 mm  0.5 mm  1 mm  5 mm  
 10 mm  50 mm  100 mm  500 mm  
 Närmaste materialgräns i x-riktning  
 Närmaste materialgräns i y-riktning  
 Närmaste materialgräns i x- och y-riktning

Indelning i celler  
 Visa/Dölj indelning  
 19 x 29 x 3 = 1653 celler  
 Minsta cellstorlek = 0.022500  
 Största cellstorlek = 1.360790  
 Total längd, x-led = 4.400000  
 Total längd, y-led = 7.800000  
 Total längd, z-led = 0.600000

Visa/Dölj Isofloder  
 160 st  
 80 st  
 40 st

Visa/Dölj Isotermier  
 0.1 °C  
 0.2 °C  
 0.5 °C  
 1.0 °C  
 2.0 °C

Material: Hjälp  Aktivitet

Byt  $\lambda$  Väg  $\lambda$  Aktivitet

Namn	$\lambda$	Aktivitet
0.033		
0.034		
0.035		
Isolering 036	0.036	
0.037		
0.038		
0.04		
0.045		
0.12		
0.14		
0.16		
0.18		
0.25		
0.6		
0.7		
0.7		
0.7		
Innehåll / behåll		

Hjälptext-ruta: I denna ruta visas hjälptext. Här finns också en genväg till andra platser.

Genväg till:

Ap Chi\_Egit 3-dimensionellt fall Hjälpklicka för att  
 Nr1:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr2:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr3:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr4:a b c d e f g h i j k l m n o p q  
 Nr5:a b c d e f g h i j k l m n o p q

Skriv temperatur i lista eller figur

Material:  $\lambda =$   
 x y z temp  
 8.5097 12.2553 1.693 0.314

Färger  
 Min Max  
 Temperatur Det tar tid att få fram alla färger. Ha tillämsod!  
 Värmeledstäthet  
 Inga färger

Temp i aktuellt material, z = 0.5825  
 $\lambda =$   
 $T_{min}$   $T_{max}$   $T_{avg}$   $T_{sk}$   
 Visa/Dölj position

Resultat: U-värdeberäkning med inväggs mått

U-värde	$T_{sk}$	Antal celler
0.5506	18.3869	
13.2021	-0.4920	
2.1902	-0.1198	1600

3) Ch: Takbjälklag i trä/bryttenvagg 3-dimensionell

Namn: Takbjälklag ny

Mått: x: 3 9 1 1.2 5 2  
meter y: 2 1.1 1 1.5 2 2 2  
z: 5.775

← Klicka här för aktivering av z-nivå

**Material:** Hjälp

Byt  $\lambda$

Namn	$\lambda$
0	0.039
1	0.034
2	0.035
Isoterm 036	0.036
3	0.037
4	0.04
5	0.045
6	0.12
7	0.14
8	0.19
9	0.25
10	0.6
11	1
12	1.7
13	17
14	0.9
Inskikt / Utskikt	-

Äkta/minska x-skikt  
x3=1 y2=1.1 z2=0.0225

Äkta/minska y-skikt  
x3=1 y7=2 z2=0.0225

Äkta/minska z-skikt  
x3=1 y7=2 z2=0.0225

**Randvillkor:**

Hjälp  
 Väster  Öster  Norr  
 Framför  Bakom  Söder

R Temp  
 0.13 20  
 0.1 20 Uppvärt utrymme  
 0.17 20  
 0.24 0  
 0.04 0 Icke Uppvärt utrymme  
 Värmeled = 0  
 Visa alla randvillkor

**Resultat:** U-värdeberäkning med svängda mått  
 ΔEgda: 0.1109 T<sub>in</sub>: 19.4289  
 FlödeP: 3.7724+0.0823  
 FlödeR: 1.5548+0.0001 1600

3) Ch: Takbjälklag i trä/bryttenvagg 3-dimensionell

Innan du använder denna sida måste du klicka in en z-nivå och ett värde.

Välj z = 0.5839 0.5775

Klicka för z = 0.5843 0.6

← Klicka för z-nivå

Zoom  
Klicka där du vill att bildens mitt ska vara

Förstora Förminska Skala 1:1  
Förstora egenskaper

**Avrundning**  
Välj avrundning av x och y:  
 0.1 mm  0.5 mm  1 mm  5 mm  
 10 mm  50 mm  100 mm  500 mm  
 Närmaste materialgräns i x-riktning  
 Närmaste materialgräns i y-riktning

**Indelning i celler**  
 Visa/Dölj indelning  
 22 x 38 x 2 = 1672 celler  
 Minsta cellstorlek = 0.022500  
 Största cellstorlek = 1.360790  
 Total längd x-led = 5.500000  
 Total längd y-led = 10.200000  
 Total längd z-led = 0.600000

**Visa/Dölj Isoterm**  
 0.1 °C  
 0.2 °C  
 0.0 °C  2.0 °C  1.0 °C  0.5 °C

**Färger**  
 Min Max  
 Temperaturer Det tar tid att få fram alla färger. Ha tålamod!  
 Inga färger

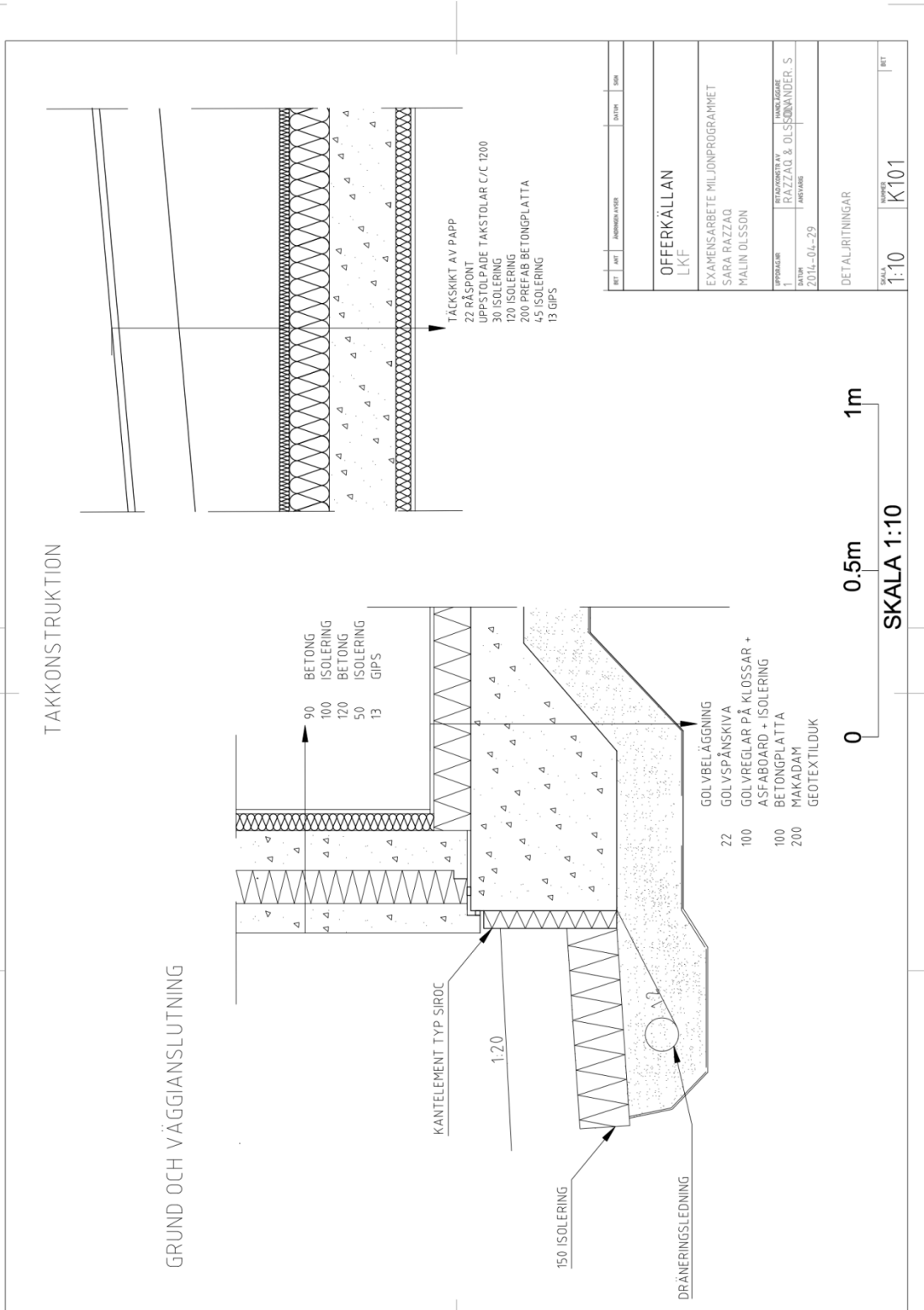
**Temp i aktuellt material, z = 0.5839**  
 $\lambda =$   
 T<sub>min</sub> T<sub>max</sub> T<sub>avg</sub> T<sub>max</sub>

**Skriv temperatur i lista eller figur**  
 Material:  $\lambda =$   
 x y z Temp

■ Högerklicka i figuren för att skriva i värde  
 ■ Västerklicka i figuren för ror rad i listan  
 ■ Sudda genom ett klick på skiven text  
 ■ Klicka här  för att sudda allt i listan  
 ■ Klicka här  för att sudda allt i figuren

Visa/Dölj position

## 12.6 Bilaga 6: Ritningar åtgärdsförslag



## 12.7 Bilaga 7: Solenergiberäkningar

Solfångare, 1 hus med 8 lägenheter									
Tappvarmvatten	H <sub>m</sub> [kWh/m <sup>2</sup> , år]	35 % [kWh/m <sup>2</sup> , år]	Fördelning av anv.	Beräknad anv. [kWh]	44 m <sup>2</sup> [kWh]	Max uttag	Data		
							Anv.	46	[kWh/m <sup>2</sup> , år]
Jan	15	5,1	1,13	3 067	223		Total anv.	32 568	[kWh/år]
Feb	29	10,3	1,16	3 148	453		Anv./mån	2 714	[kWh]
Mar	79	27,7	1,13	3 067	1 218		Täcka 50 %	16 284	[kWh]
Apr	132	46,2	1,09	2 958	2 033		Takets area	350	[m <sup>2</sup> ]
Maj	167	58,5	0,89	2 415	2 572	2 415	Atemp	708	[m <sup>2</sup> ]
Jun	175	61,3	0,84	2 280	2 695	2 280	Solfångare	44	[m <sup>2</sup> ]
Jul	170	59,5	0,71	1 927	2 618	1 927			
Aug	136	47,6	0,74	2 008	2 094	2 008			
Sep	92	32,1	0,94	2 551	1 411				
Okt	47	16,4	1,09	2 958	721				
Nov	17	6,0	1,13	3 067	265				
Dec	9	3,1	1,15	3 121	137				
<b>Summa</b>	<b>1067</b>			<b>32 568</b>	<b>16 439</b>				

Solfångare, 1 hus med 8 lägenheter, 38° lutning									
Tappvarmvatten	H <sub>m</sub> [kWh/m <sup>2</sup> , år]	35% [kWh/m <sup>2</sup> , år]	Fördelning av anv.	Beräknad anv. [kWh]	40 m <sup>2</sup> [kWh]	Max uttag	Data		
							Anv.	46	[kWh/m <sup>2</sup> , år]
Jan	27	9,5	1,13	3 067	381		Total anv.	32 568	[kWh/år]
Feb	43	15,2	1,16	3 148	608		Anv./mån	2 714	[kWh]
Mar	114	39,9	1,13	3 067	1 596		Täcka 50 %	16 284	[kWh]
Apr	160	56,0	1,09	2 958	2 240		Takets area	350	[m <sup>2</sup> ]
Maj	173	60,6	0,89	2 415	2 422	2 415	Atemp	708	[m <sup>2</sup> ]
Jun	173	60,6	0,84	2 280	2 422	2 280	Solfångare	40	[m <sup>2</sup> ]
Jul	168	58,8	0,71	1 927	2 352	1 927			
Aug	136	47,6	0,74	2 008	1 904	2 008			
Sep	92	32,1	0,94	2 551	1 282				
Okt	47	16,4	1,09	2 958	655				
Nov	17	6,0	1,13	3 067	241				
Dec	9	3,1	1,15	3 121	124				
<b>Summa</b>	<b>1159</b>			<b>32 568</b>	<b>16 227</b>				

### Solceller, 1 hus med 8 lägenheter

Hushållsel	Fördelning av solinstrålning	0°, max elprod. [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fördelning av elanv.	Max elprod. [kWh]	Anv./mån [kWh]	Täckningsgrad [%]	Data		
							Tak		
Jan	0,31	10	1,25	180	1563	12	Tak	350	[m <sup>2</sup> ]
Feb	0,79	22	1,22	458	1525	30	Solfångare	44	[m <sup>2</sup> ]
Mar	1,98	61	1,15	1148	1438	80	Solceller	62	[m <sup>2</sup> ]
Apr	3,35	101	1,00	1943	1250	100	Elanv.	15 000	[kWh]
Maj	3,99	124	0,88	2314	1100	100	Elanv./mån	1 250	[kWh]
Jun	4,24	127	0,78	2459	975	100	Hus med solceller	1	[st]
Jul	3,95	122	0,73	2291	913	100	Hus	1	[st]
Aug	3,19	99	0,75	1850	938	100			
Sep	2,26	68	0,83	1311	1038	100			
Okt	1,12	35	1,00	650	1250	52			
Nov	0,4	12	1,16	232	1450	16			
Dec	0,18	6	1,25	104	1563	7			
per m <sup>2</sup>		786		241	242				
<b>Total area</b>		<b>48 722</b>		<b>14 941</b>	<b>15 000</b>	<b>66</b>			

### Solceller, 1 hus med 8 lägenheter, 38° lutning

Hushållsel	Fördelning av solinstrålning	38°, max elprod. [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fördelning av elanv.	Max elprod. [kWh]	Anv./mån [kWh]	Täckningsgrad [%]	Data		
							Tak		
Jan	0,71	22	1,25	370	1 563	24	Tak	350	[m <sup>2</sup> ]
Feb	1,22	34	1,22	636	1 525	42	Solfångare	40	[m <sup>2</sup> ]
Mar	2,80	87	1,15	1 460	1 438	100	Solceller	48	[m <sup>2</sup> ]
Apr	3,92	118	1,00	2 045	1 250	100	Elanv.	15 000	[kWh]
Maj	3,97	123	0,88	2 071	1 100	100	Elanv. per månad	1 250	[kWh]
Jun	4,04	121	0,78	2 107	975	100	Hus med solceller	1	[st]
Jul	3,79	118	0,73	1 977	913	100	Hus	1	[st]
Aug	3,37	105	0,75	1 758	938	100			
Sep	2,94	88	0,83	1 534	1 038	100			
Okt	1,84	57	1,00	960	1 250	77			
Nov	0,84	26	1,16	438	1 450	30			
Dec	0,44	14	1,25	230	1 563	15			
per m <sup>2</sup>		913		325	313				
<b>Total area</b>		<b>43814</b>		<b>15 585</b>	<b>15 000</b>	<b>74</b>			



Solceller, 10 hus, täcka större delen av området									
Hushållsel	Fördelning av solinstrålning	0°, max elprod. [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fördelning av elanv.	Max elprod. [kWh]	Anv./mån [kWh]	Täckningsgrad [%]	Data		
Jan	0,31	10	1,25	8 874	96 875	9	Tak	3 500	[m <sup>2</sup> ]
Feb	0,79	22	1,22	22 615	94 550	24	Solfångare	440	[m <sup>2</sup> ]
Mar	1,98	61	1,15	56 682	89 125	64	Solceller	3 060	[m <sup>2</sup> ]
Apr	3,35	101	1,00	95 901	77 500	100	Elanv.	930 000	[kWh]
Maj	3,99	124	0,88	114 222	68 200	100	Elanv./mån	77 500	[kWh]
Jun	4,24	127	0,78	121 379	60 450	100	Hus med solceller	10	[st]
Jul	3,95	122	0,73	113 077	56 575	100	Hus	38	[st]
Aug	3,19	99	0,75	91 320	58 125	100	A <sub>temp</sub>	31 000	[m <sup>2</sup> ]
Sep	2,26	68	0,83	64 697	64 325	100			
Okt	1,12	35	1,00	32 062	77 500	41			
Nov	0,40	12	1,16	11 451	89 900	13			
Dec	0,18	6	1,25	5 153	96 875	5			
per m <sup>2</sup>		786		241	304				
<b>Total area</b>		<b>2 404 670</b>		<b>737 432</b>	<b>930 000</b>	<b>63</b>			

Solceller, 10 hus, täcka större delen av området									
Hushållsel	Fördelning av solinstrålning	38°, max elprod. [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fördelning av elanv.	Max elprod. [kWh]	Anv./mån [kWh]	Täckningsgrad [%]	Data		
Jan	0,71	22	1,25	23 609	96 875	24	Tak	3 500	[m <sup>2</sup> ]
Feb	1,22	34	1,22	40 567	94 550	43	Solfångare	440	[m <sup>2</sup> ]
Mar	2,80	87	1,15	93 106	89 125	100	Solceller	3 060	[m <sup>2</sup> ]
Apr	3,92	118	1,00	130 348	77 500	100	Elanv.	930 000	[kWh]
Maj	3,97	123	0,88	132 010	68 200	100	Elanv./mån	77 500	[kWh]
Jun	4,04	121	0,78	134 338	60 450	100	Hus med	10	[st]
Jul	3,79	118	0,73	126 025	56 575	100	Hus	38	[st]
Aug	3,37	105	0,75	112 059	58 125	100	A <sub>temp</sub>	31 000	[m <sup>2</sup> ]
Sep	2,94	88	0,83	97 761	64 325	100			
Okt	1,84	57	1,00	61 184	77 500	79			
Nov	0,84	26	1,16	27 932	89 900	31			
Dec	0,44	14	1,25	14 631	96 875	15			
per m <sup>2</sup>		913		325	304				
<b>Total area</b>		<b>2 793 168</b>		<b>993 570</b>	<b>930 000</b>	<b>74</b>			