

# Energieffektivisering

– av miljonprogrammet (Drottninghög)



**LUNDS  
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggnadsvetenskaper / Byggnadskonstruktion**

Examensarbete:

Björn Liivo

Egil Jansson

© Copyright Björn Liivo & Egil Jansson

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 2010

## Sammanfattning

Många hus från miljonprogrammet står nu inför ett stort upprustningsbehov och inte minst när det gäller energiförbättring, Drottninghög i Helsingborg är ett sådant område. Det är just ett flerbostadshus från Drottninghög som används som exempel i denna rapport. De energiförbättringar som tas upp i denna rapport rör främst konstruktionsförbättringar.

Byggnaden från Drottninghög är dåligt isolerad och väldigt otät med stora köldbryggor. För att tilläggsisolera byggnaden så bra som möjligt bör det försöka bryta de största köldbryggorna och skapa ett tätare klimatskal. För beräkningar av köldbryggor har datorprogrammet U-norm använts och för att beräkna energianvändningen för byggnaden har Isover2 använts.

Det visar sig att flerbostadshuset på Drottninghög har en energianvändning på ca 211 kWh/m<sup>2</sup>år och för nybyggnationer är maxkravet 110 kWh/m<sup>2</sup>år för Skåne-regionen. I rapporten undersöks vilka förbättringsmöjligheter som är ekonomiskt gynnsamma under ett 30 års perspektiv. Olika material och sätt jämförs för att kunna få fram ett så gynnsamt resultat som möjligt.

Nyckelord: Energieffektivisering, miljonprogrammet, tilläggsisolering, PIR, thermoreflekt, Drottninghög.

## **Abstract**

Many houses of the “miljonprogrammet” is now facing a major need of improvement, and not at least in terms of energy, Drottninghög in Helsingborg is one such area. It is a building from Drottninghög that is used as an example in this report. The energy improvements addressed in this report is mainly concerning construction improvements.

The building from Drottninghög is poorly insulated with thermal leaks and large thermal bridges. In order to additionally isolate the building as well as possible you should try to break the major thermal bridges and create a tighter building envelope. For calculation of thermal bridges the computer program U-norm has been used and to calculate the energy consumption for the building the computer program Isover2 has been used.

It appears that the building on Drottninghög has an energy consumption of about 211 kWh/m<sup>2</sup>·year and for new buildings the required limit is 110 kWh/m<sup>2</sup>·year for the region of Skåne. The report examines the potential improvements that are economically beneficial during a 30-year perspective. Different materials and means are compared in order to obtain the most favorable results possible.

Keywords: Energieffektivisering, miljonprogrammet, tilläggsisolering, PIR, thermoreflekt, Drottninghög.

## **Förord**

Föreliggande arbete har uppstått som ett resultat av ett stort intresse för miljonprogrammet och hur man bäst energieffektiviserar de byggnaderna.

Vi presenterade vår idé för Lars Sentler, professor vid LTH, och fick bra respons. Därefter tog vi kontakt med byggföretaget Skanska som nappade på förslaget om att handleda arbetet. Därefter var det bara att påbörja arbetet som annars flutit på bra och utan större komplikationer.

Vi vill framföra ett stort tack till:

Johan Gerstner, projektingenjör hos Skanska, som försett oss med värdefull information och handledning. Vi är väldigt tacksamma för de studiebesök som vi fått göra på Drottninghög och Skanskas arbetsplats.

Lars Sentler, professor vid LTH, för att han har bidragit med sitt enorma kunnande inom byggbranschen och fungerat som ett bollplank till oss.

Helsingborgshem som lånade ut sin IR-kamera till oss, tyvärr blev resultatet missvisande och kunde inte användas i rapporten.

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	2
1.3 Avgränsning .....	2
1.4 Metod .....	2
<b>2 Befintlig konstruktion</b> .....	<b>3</b>
2.1 Grundkonstruktion .....	3
2.2 Vägghkonstruktion .....	4
2.2.1 Ytterväggar .....	4
2.2.2 Innerväggar .....	5
2.2.3 Gavlar .....	5
2.3 Bjälklagskonstruktion .....	5
2.4 Takkonstruktion .....	5
2.5 Fönster och dörrar .....	6
<b>3 Energiförbrukning</b> .....	<b>7</b>
3.1 Värmeläckage/Köldbryggor .....	7
3.1.1 Övergång mellan balkong och bjälklag .....	8
3.1.2 Övergång från bjälklaget till utfackningsväggen .....	9
3.1.3 Fönster dörrar och infästningar i träregel .....	10
3.1.4 Anslutning tak till utfackningsvägg .....	11
3.1.5 Källarväggens övergång till husvägg .....	12
3.2 Årsförbrukning .....	12
3.2.1 Ingångsdata .....	12
3.2.2 Köldbryggornas inverkan på energiförbrukningen .....	12
<b>4 Förbättringsmöjligheter</b> .....	<b>14</b>
4.1 Grundkonstruktion .....	14
4.2 Vägghkonstruktion .....	15
4.3 Gavlar .....	19
4.4 Bjälklagskonstruktion .....	19
4.5 Takkonstruktion .....	20
4.6 Fönster och dörrar .....	22
<b>5 LCC-Kalkyl</b> .....	<b>24</b>
5.1 Isolering av sockeln .....	25
5.2 Tilläggsisolering av utfackningsväggen .....	25
5.2.1 Mineralull .....	25
5.2.2 Termoreflekt .....	25
5.2.3 PIR .....	26
5.3 Tilläggsisolering av gavel .....	26

5.4	Byte av tak .....	26
5.5	Tilläggsisolering av tak .....	27
5.6	Byte av fönster .....	27
6	Resultat .....	28
6.1	Gynnsamma förbättringar .....	28
6.2	Ny energiförbrukning.....	28
6.3	Slutsats .....	29
7	Diskussion .....	30
8	Referenser.....	31
9	Bilagor .....	32
9.1	Bilaga 1. Isover2 beräkningar (Befintlig konstruktion).....	32
9.2	Fuktberäkningar .....	55
9.2.1	Tilläggsisolering av tak .....	55
9.2.2	Tilläggsisolering av vägg, thermorefleks .....	56
9.2.3	Tilläggsisolering av vägg, mineralull .....	57
9.2.4	Tilläggsisolering av vägg, PIR .....	58
9.2.5	Tilläggsisolering av gavel.....	59
9.3	Bilaga 2. Investerings kalkyler.....	60
9.3.1.1	Byte av fönster .....	60
9.3.1.2	Tilläggsisolering av källare .....	61
9.3.1.3	Byte av tak.....	62
9.3.1.4	Tilläggsisolering av tak.....	63
9.3.1.5	Inbyggnad av balkong .....	64
9.3.1.6	Tilläggsisolering av utfackningsvägg .....	65
9.3.1.7	Tilläggsisolering av gavel .....	68
9.3.2	LCC-kalkyler .....	69
9.3.2.1	Byte av fönster .....	69
9.3.2.2	Tilläggsisolering av källare .....	70
9.3.2.3	Byte av tak.....	71
9.3.2.4	Tilläggsisolering av tak.....	72
9.3.2.5	Tilläggsisolering utfackningsvägg .....	73
9.3.2.6	Tilläggsisolering av gavel .....	76
9.4	Bilaga 3. Isover2 beräkningar (Efter förbättringar) .....	77





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Bostadsbristen i början av 60-talet tvingade regeringen till att agera snabbt och effektivt, resultatet blev miljonprogrammet (1965-1975). Tanken bakom miljonprogrammet var att upprätta en miljon bostäder under en tio års period, vilket de lyckades med.

Med dagens ökande energipriser har samhället blivit mer energimedvetet och då bygg- och fastighetssektorn står för ca 40 % av samhällets energiförbrukning har byggnader hamnat mycket i fokus. Fastighetsägare har börjat ställa krav på sina fastigheters energiförbrukning då de har insett att där finns pengar att spara. Oftast efterlyses enkla energieffektiviseringar som är ekonomiskt gynnsamma att utföra.

Många av dessa byggnader står idag inför ett stort renoveringsbehov och framför allt ett stort behov av att energieffektiviseras. En renovering av dessa byggnader är väldigt kostsam och medför oftast hyreshöjningar för de boende. För vissa områden kan en sådan hyreshöjning innebära vissa svårigheter då de boende kanske inte har det ekonomiska spelrummet som behövs för att bo kvar. Beroende av byggnadernas läge kan det ibland även medföra svårigheter då man vill hyra ut bostäderna på nytt efter en hyreshöjning.

Drottninghög i Helsingborg är ett bostadsområde som står inför just denna problematik. Det är det kommunalägda fastighetsföretaget Helsingborgshem som äger och förvaltar bostadsområdet. Området består av flerbostadshus från miljonprogrammet som är i renoveringsbehov, interiört, exteriört och energimässigt. Det är till stor del låginkomsttagare som bor i området och en hyreshöjning skulle innebära att många tvingas flytta. Samtidigt har området fått ett dåligt rykte genom åren och det skulle bli svårt att hyra ut lägenheterna till en högre hyra, vilket är ett måste om byggnaderna ska renoveras. Ett annat problem vid en helrenovering är att de boende måste ersättas med en ny lägenhet i samma hyresklass, vilket kan bli ett problem då det finns över tusen lägenheter i området.

Det finns ett behov av att tillämpa billiga men sparsamma energilösningar för att få ned energikostnaderna för området Drottninghög där en helrenovering helst undviks. Problematiken med Drottninghög återfinns över hela Sverige i liknande områden.

## **1.2 Syfte**

Rapporten syftar till att undersöka möjligheterna för en energieffektivisering av en byggnad från miljonprogrammet. Ett verkligt exempel kommer att undersökas för att sedan utveckla gynnsamma energieffektiva lösningar för det specifika exemplet men även lösningar som till viss del kan tillämpas på övriga byggnader från miljonprogrammet.

## **1.3 Avgränsning**

Fokus kommer att ligga på de byggnadstekniska lösningarna med hänsyn till den ekonomiska och den sociala biten. Fuktaspekter kommer givetvis att tas hänsyn till liksom utförande. Uppvärmningsalternativ och ventilationsmöjligheter kommer inte att undersökas närmare än i den grad då självdrag och täthet kan ändras.

Energieffektiviseringen av byggnaderna kommer att ligga på en nivå som gör de ekonomiskt försvarbara inom en period av 30 år. Även om den individuella effektiviseringen inte uppfyller kravet kan den tillsammans med andra effektiviseringar gemensamt visa sig vara lönsamma.

## **1.4 Metod**

För att insamla rätt information dokumenteras ett verkligt exempel från Drottninghög noggrant samt intervjuas projektchefen, Johan Gerstner. Vid val av de olika förbättringsmöjligheterna kommer en litteratur- och artikelstudie utföras samt konsultering av en energiexpert. Exempelritningar kommer att upprättas med hjälp av Autocad och U-norm. Energiberäkningar utförs i Isover2 för att enkelt kunna redovisas. Internet kommer att användas till viss del för att komplettera övrig information. För vidare information kommer intervjuer föras med konstruktörer, handläggare samt examinator.

## 2 Befintlig konstruktion

Ritningarna är stämplade 1967 så huset uppfördes i slutet på 60-talet. Byggnaden är ett flerbostadshus med tre våningar exklusive källare som är uppdelad i fyra trappuppgångar. De två trappuppgångarna som utgör gavlarna är spegelvända de två innersta. På varje våning ligger där två lägenheter per trappuppgång. Bottenvåningen består av en trerums lägenhet och en femrumslägenhet. Andra och tredje våningen består av två stycken femrumslägenheter. Alla lägenheter har balkong eller altan.



Bild 2:1. Bilden visar en likadan fasad som exemplets östra fasad, med balkonger och fasadskikt.

### 2.1 Grundkonstruktion

Grunden är en källargrund med 2,52 m högt i tak. Källaren som är belägen 42,2 m ö.h. ligger nästan helt under markytan (44,9 m ö.h.). Halva källaren används som förvaringsutrymme för de boende andra halvan används inte. De fyra trapphusen har alla tillgång till förvaringsutrymmet som är inändigt isolerat med betonggolv. Den delen av källaren som inte används har ett jordgolv som ger varierande takhöjder, allt mellan 1,60 – 2 m. Källardelen med jordgolv hade dock blivit tilläggsisolerad vid något tillfälle med 95 mm stenull som klistrats upp med asfaltklister på insidan av källarväggen.

## 2.2 Vägghkonstruktion

Den bärande konstruktionen består bland annat av innerväggar av betong som alla är parallella med gavlarna, alltså bär ej fasaden något mer än sin egenvikt, en så kallad utfackningsvägg med bokhylllestomme. Samtliga väggar är ej ljudisolerade vilket leder till att det är väldigt lyhört mellan lägenheterna.

### 2.2.1 Ytterväggar

Klimatskalet består av 5 mm eternitplattor som är uppfästa på 33 mm träreglar för att bilda en luftspalt mellan eternitplattorna och vindskyddsskivan, även den 5 mm och av eternit. Vindskyddsskivan är väldigt otät då det finns mängder med hål, mest små men även en del större hål. Innanför vindskyddsskivan var det reglat och isolerat med 95 mm stenull. Träreglarna är fästa i de bärande betongväggarna med en enkel infästningsanordning, en skruv i betongen och en skruv i träregeln som sitter ihop i ändarna och bildar en L form. På flera ställen är dessa två skruvar inte ihop fästa, en del är även väldigt rostiga. Innanför isoleringen finns en fuktspärr i form av någon plastfolie som är direkt spikad på träreglarna. Innanför fuktspärren finns glespanel och sedan 1200 mm breda gipsskivor som är fästa i reglarna. Skulle väggen rivs och byggas om skulle det innebära att fler regler måste sättas upp, då 900 mm gipsskivor används idag, vilket skulle betyda fler punktköldbryggor.



Bild 2:2. Utfackningsväggen inifrån utan isolering, plastfolie och gips. Påvisar reglarnas uppbyggnad gentemot betongstommen.

Eternitplattorna och Eternitskivorna innehåller asbest vilket är ett cancerframkallande material som måste behandlas efter omfattande bestämmelser och av specialutbildad personal vid rivning eller ombyggnad.

Det är främst vid inandning av dampartiklar, som uppkommer vid rivning och liknande, som asbest är farligt. Detta kan betyda problem och extra kostnader vid en rivning av fasaden.

### 2.2.2 Innerväggar

De bärande innerväggarna består av massiv konstruktionsbetong.

Innerväggarna som inte är bärande består av en gasfiberbetong som tillverkades av Siporex AB i Dahlby. På somliga platser i lägenheterna har det byggts till en vägg och då används stålreglar och gipsskivor utan någon isolering.

### 2.2.3 Gavlar

Gavlarna består av konstruktionsbetong, isolering och fasadtegel. Isoleringen är 95 mm bred på vilken fasadteglet sitter direkt på. Fasadteglet är helt och har klarat sig bra från frostsprängningar, detta beror med största sannolikhet på att isoleringen är så tunn att teglet aldrig blir riktigt kallt utan värms av utflödande värme från rummen.

## 2.3 Bjälklagskonstruktion

Bjälklagen är oisolerade betongbjälklag som är ca 200 mm höga. Bjälklagen löper ut genom fasaden och utgör även balkongerna. Det är samma konstruktionsbetong som har använts till både bjälklag och balkong. Betongen som använts är inte tillverkad för att tåla de yttre påfrestningarna som en balkong kan utsättas för t.ex. snö, regn och vind. Därför är det viktigt att undersöka om hurvida armeringen i betongen börjat rosta. Balkongen är en stor köldbrygga då den inte är isolerad och fortlöper från mellanbjälklaget. Bjälklaget mellan källare och första våningen har en del sprickor på ovansidan och samtliga bjälklag har små ojämnheter på ovansidan efter luftbubblor i betongen. I vissa rum har även betongbjälklaget börjat svikta.

## 2.4 Takkonstruktion

Taket som är ett pulpettak bestående av ett lager betong, precis som mellanbjälklagen, varpå det ligger ca 100 mm isolering. Isoleringen har med största sannolikhet sjunkit ihop och motsvarar inte grundtjockleken. Takstegar är uppstämpade mot liggande reglar på bjälklagsplattan. Ovan på takstegarna ligger reglar och spontad panel med asfaltimpregnerad takpapp. Lutningen är låg vilket kan orsaka problem.



Bild 2:3.  
Taket på ett hus från  
Drottninghög i  
Helsingborg.



## 2.5 Fönster och dörrar

Hela huset har tvåglasfönster där den yttre träramen har byts ut mot en aluminiumram för att minska underhållskostnader. Balkongdörrarna är original. Det stora fönsterpartiet som vätter ut mot balkongen är en enda stor del, vilket betyder att det inte går att byta ut ett fönster utan att byta ut hela paritet. Merparten av balkongerna är inglasade. Fönsterbrädorna är av eternit och går rakt ut från fönstret ca 200 mm, det blir en spärr mot luftflödet som rör sig uppåt från elementen. När fönstren satts in så har det inte använts någon tätning runt om fönsterramen utan fönsterramen är direkt förankrad i reglarna. Det medför att fönstren utgör en större köldbrygga än vad som normalt räknas med samt att draget från fönstren blir större.



Bild 2:4. Västra fasaden med två olika fönsterstorlekarna.

### 3 Energiförbrukning

Energiförbrukningen beror till stor del av hur tät en byggnad är, hur mycket värme som släpps ut. Andra faktorer som uppvärmningssätt, gratisenergi, värmeåtervinning och ventilation spelar även en stor roll. Med dagens krav på nybyggnationer, 110 kWh/m<sup>2</sup>år, så spelar just tätheten en stor roll och byggbranschen uppmärksammar byggnader som passivhus och plushus mer och mer, hus som maximerar användningen av gratisenergi och köper lite eller ingen energi för uppvärmning. Äldre byggnader kan ha en energiförbrukning på 200 kWh/m<sup>2</sup>år vilket skiljer sig mycket från dagens krav på nybyggnationer. För att få bostadsägare att sänka sin energiförbrukning infördes det år 2009 energideklarationen med vilken man vill uppmärksamma bostadsägare på de energibesparingar de kan göra.

För att, för vårt exempel, räkna ut årsenergiförbrukningen per kvadratmeter används datorprogrammet "Isover2" med kompletteringsuppgifter från datorprogrammet U-norm. Då konstruktionen och alla komponenter har identifierats så skapas en modellbaserad bild av verkligheten i programmet Isover2 för att kunna räkna ut ett så verklighetstroget värde som möjligt på energiförbrukningen. U-norm används för att beräkna köldbryggor och ta fram Psi-värden för desamma. Köldbryggorna förs sedan in i Isover2 för att komplettera de beräkningarna. I U-norm kan det även fås en väldigt klar bild över temperaturdifferenser och flödet i de olika konstruktionsdelarna.

Det går alltså att få en väldigt realistisk bild av byggnaden bara genom att använda dessa två enklare program.

#### 3.1 Värmeläckage/Köldbryggor

En kölbrygga är en konstruktionsdetalj som har kontakt med utsidan och leder in kyla i byggnaden i större omfattning än resterande konstruktion. Psi-värde är skillnaden gentemot huvudkonstruktionen som gör att man kan räkna ut en energiförlust. De största köldbryggorna som har identifierats i byggnaden är balkong, övergången mellan utfackningsvägg och invändigbetongvägg/mellanbjälklag, anslutning tak till vägg, fönster och källarväggen. För värden se tabell 3:1.

Köldbryggor (Tabell 3:1)	Psi-värde $\psi$ (W/mK)	Längd (m)
Övergång mellan balkong och bjälklag	0,91	91,2
Övergång från bjälklaget till utfackningsväggen	0,96	590
Fönster dörrar och infästningar i träregel	0,15	878
Källarväggens övergång till husvägg	0,09	170
Anslutning tak till utfackningsvägg	0,65	145

### 3.1.1 Övergång mellan balkong och bjälklag

Då balkongerna är en fortsättning på bjälklaget så anses detta vara en köldbrygga. Bjälklagen mellan våningarna är uppvärmda av omgivande lägenheter, när de sedan fortsätter att löpa rakt ut från väggen kommer det att ske en konstant värmetransport ut från bjälklagen (Bild 3:1).

Bilderna nedan illustrerar värme-flödestäthet,  $\text{kW/m}^2\text{C}^\circ$ , (Bild 3:1) där bjälklaget möter balkongen samt hur konstruktionen (Bild 3:2) ser ut.

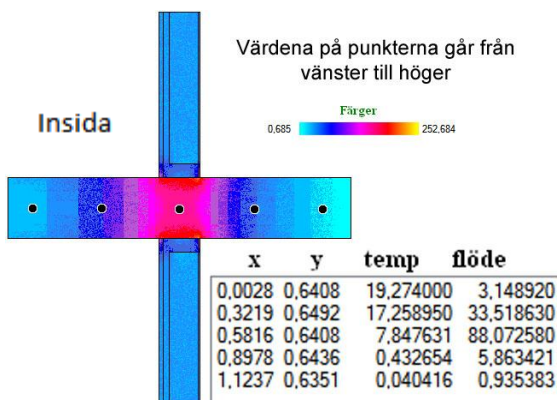
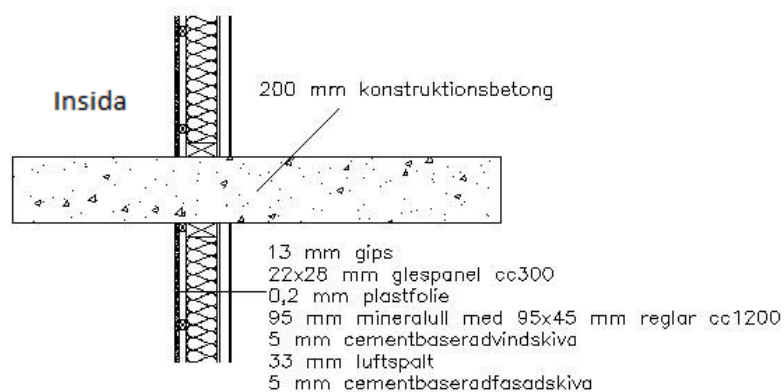


Bild 3:1.

Värme-flödet är som störst där utfackningsväggen möter bjälklaget vilket inte är särskilt märkligt då det är den enklaste vägen ut för värmen.

Bild 3:2.

Bilden synliggör hur balkong och bjälklag är de samma, vilket är anledningen till den stora köldbryggan.





### 3.1.2 Övergång från bjälklaget till utfackningsväggen

Utfackningsväggen täcker mellanbjälklaget till viss del men inte med någon isolering då den är placerad innanför betongbjälklagen. Utanför bjälklagen sitter där en vindskiva av eternit, luftspalt samt fasadskivor av eternit alltså inget som hindrar värmen i bjälklaget från att sippra ut från byggnaden. Det samma gäller för de bärande innerväggarna vilka har räknats in i köldbryggan.

Bilderna nedan illustrerar värmefflödestäthet,  $\text{kW/m}^2\text{C}^\circ$ , (Bild 3:3) där bjälklaget möter utfackningsväggen samt hur konstruktionen (Bild 3:4) ser ut.

Bild 3:3.

Bjälklaget är som balkongen väldigt dåligt isolerat och värmen sipprar lätt ut genom betongen. Värmefflödet i bjälklaget påminner väldigt mycket om flödet i balkongen dock så är de lite mindre. Detta är inte så konstigt då balkongen har en större yta som transporterar kyla.

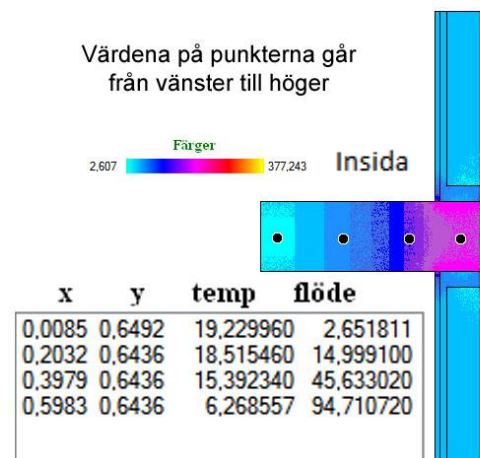
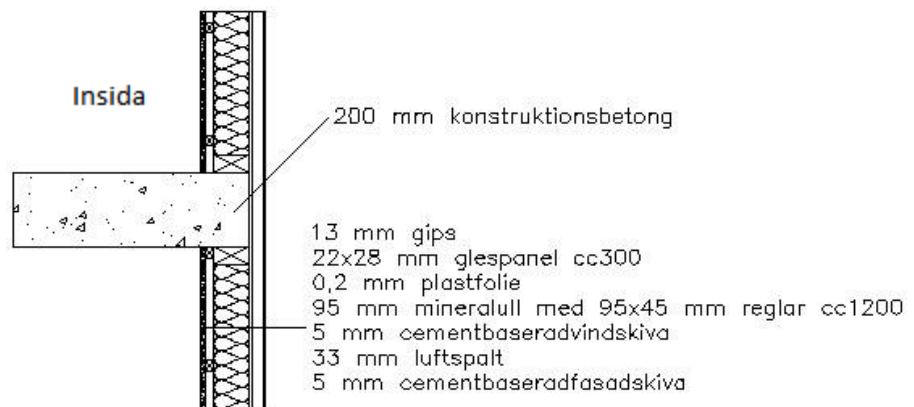


Bild 3:4.

Då regelväggen är en utfackningsvägg som fästs i betongen resulterar detta i att bjälklaget exponeras för kyla som oförhindrat kan gå rätt in konstruktionen. Ovanifrån ser de bärande väggarna likadana ut



### 3.1.3 Fönster dörrar och infästningar i träregel

Fönsterkarmen är fäst i väggreglarna så att fönsterkarmen ligger kant i kant med fasaden, detta bildar en direkt väg för värmeflödet då där inte finns något isolerande material som kan hindra värmen från att flöda ut.

Bilderna nedan illustrerar värmeflödestäthet,  $\text{kW/m}^2\text{C}^\circ$ , (Bild 3:5) där fönsterkarmen möter regeln samt hur konstruktionen (Bild 3:6) ser ut.

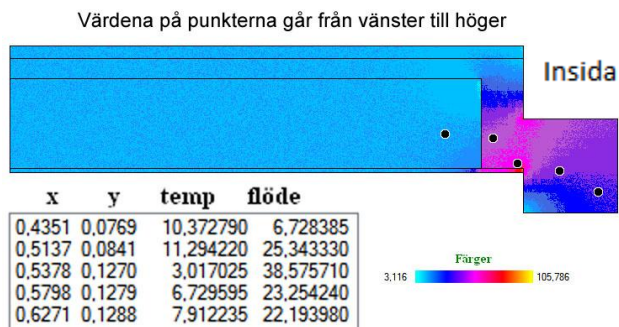


Bild 3:5.

Vid fönster och dörrinfästningar löper värmen genom karmen som bryter den homogena isoleringen som annars sitter i väggen. Värmeffödet är som störst där regel möter karm, vilken är den tunnaste delen.



Bild 3:6.

Fönstret sitter, som bilden illustrerar, kant i kant med fasaden. Detta betyder att fönsterkarmen sitter på cirka halva regeln och köldbryggan blir större än om den suttit på hela.

### 3.1.4 Anslutning tak till utfackningsvägg

Där taket och väggen möts anses också vara en köldbrygga som löper längst med långsidorna. Anledningen till att den bara löper längst långsidorna är att gavlarna är högre än taket. Det kan tyckas att detta borde vara de samma som mellanbjälklagen men då det ligger 100 mm isolering ovanpå takbjälklaget måste det ses som en egen köldbrygga.

Bilderna nedan illustrerar värmeflödestäthet,  $\text{kW/m}^2\text{C}^\circ$ , (Bild 3:7) där taket möter utfackningsväggen samt hur konstruktionen (Bild 3:8) ser ut.

Bild 3:7.

Bilden visar att värmeflödet sker främst där takbjälklaget möter väggen men det kan även antas att det sker en betydlig värmetransport ut genom själva taket då det är sparsamt isolerat. Bilden påvisar att temperaturen i takbjälklaget är väldigt hög vilket kan ses som ett bevis på det.

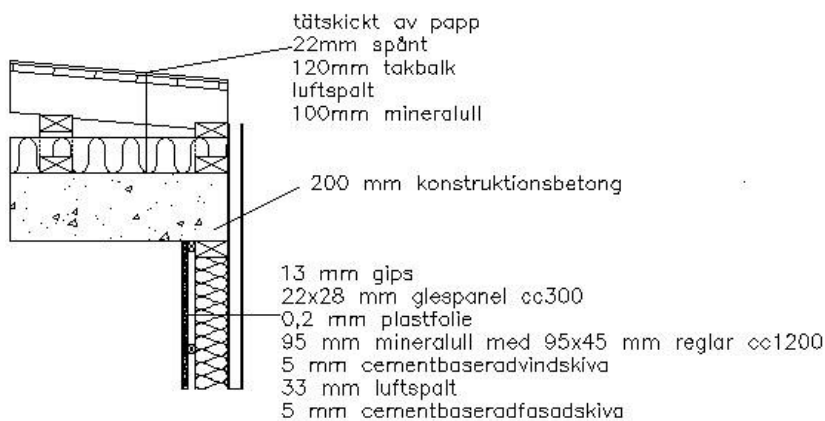
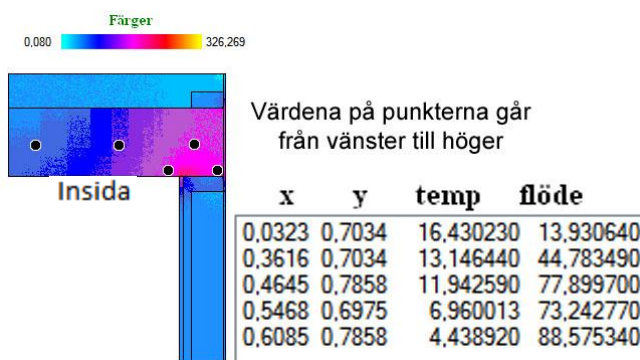


Bild 3:8.

Det är tydligt att takbjälklaget är en köldbrygga vilket påvisas av bilden. Även om takbjälklaget är isolerat ovanpå så täcker inte väggisoleringen bjälklaget och en köldbrygga uppstår. Konstruktionsbilden är endast till för visa isoleringens placering.

### 3.1.5 Källarväggens övergång till husvägg

Källarväggen består av massiv betong med träfiberisolering på insidan. Eftersom jord omger nästan hela källaren är den relativt isolerad, förutom där källarväggen sticker upp ca 1 dm från marken. Det är den delen som utgör en köldbrygga. Enligt tabell 3:1 så är Psi-värdet på källaren endast 0,09 vilket är obetydligt i jämförelse till de andra köldbryggorna.

Denna köldbrygga är inte lika stor som de tidigare presenterade och redovisas därför inte lika ingående.

## 3.2 Årsförbrukning

Årsförbrukningen av energi beräknas i kilowattimmar per år och kvadratmeter (kWh/m<sup>2</sup>år), för att kunna göra en sådan beräkning används programmet Isover2. Det fungerar som så att data så som ytor, köldbryggor och ort matas in och energiförbrukningen för ett år fås ut. För att kunna återskapa en så verklighetstrogen modell som möjligt är det viktigt att ingående data är korrekt.

För kompletta Isover2 beräkningar se bilaga 1.

### 3.2.1 Ingångsdata

Data som insamlats kommer ifrån ritningar, uträkningar och mätningar på plats. Se Tabell 3:2 för värden. Den bebodda golvytan beräknas till 2120 m<sup>2</sup>.

Konstruktionen (Tabell 3:2)	U-värde (W/m <sup>2</sup> C)	Isolering (m)	Isolerings typ	Yta (m <sup>2</sup> )	Total Tjocklek (m)
Tak	0,32	0,1	Stenull	906,2	0,402
Utfackningsvägg	0,4	0,095	Stenull	1189	0,174
Gavel	0,33	0,095	stenull	205	0,365
Källaren	0,37	0,095	Stenull	906,2	0,245
Fönster/Balkong dörrar	2,8		2-glas	366,4	0,01

### 3.2.2 Köldbryggornas inverkan på energiförbrukningen

När ingångsdata förs in i Isover2 så fås en teoretisk energiförbrukning på 171 kWh/m<sup>2</sup>år. Dagens krav på nybyggnation ligger på 110 kWh/m<sup>2</sup>år (i södra Sverige) detta brukar därför också bli ett riktmärke som eftersträvas vid renovering eller ombyggnad. Eftersom Isover2 återskapar en simpel modell av verkligheten så måste den kompletteras med köldbrygger. Ju fler korrekta köldbryggor som läggs till desto mer verklighetstroget blir det. Eftersom varje köldbrygga ska redovisas så görs en simulering med den specifikt utvalda köldbryggan, detta görs med var och en av köldbryggorna så att det syns hur stor inverkan de har på energiförbrukningen enskilt. Sedan görs en simulering med alla köldbryggor för att se den totala påverkan på energiförbrukningen.

Anledningen till den höga energiförbrukningen redan innan köldbryggorna är inräknade beror på otätheter och sparsamt med isolering.

Köldbryggor (Tabell 3:3)	Psi-värde $\psi$ (W/mK)	Längd (m)	Förbrukning (kWh/m <sup>2</sup> år)
Inga	-	-	171
Övergång mellan balkong och bjälklag	0,91	91,2	3
Övergång från bjälklaget till utfackningsväggen	0,96	590	26
Fönster dörrar och infästningar i träregel	0,15	878	6
Källarväggens övergång till husvägg	0,09	170	1
Anslutning tak till utfackningsvägg	0,65	145	4
Total energiförbrukning			211

När köldbryggorna lades till i beräkningsmodellen blev energiförbrukningen 23 % högre än utan köldbryggor. Energiökningen med 40 kWh/m<sup>2</sup>år motsvarar driften för ett passivhus, det går alltså att driva ett välisolerat hus med den energiförbrukningen som köldbryggorna motsvarar. (Lars Sentler, 2010).

Även om köldbryggorna är stora så är det främst en dåligt isolerad byggnad som står för den största energiförlusten. För att sänka energiförbrukningen gäller det inte bara att bryta köldbryggorna utan även att förbättra eller byta ut den nuvarande isoleringen i hela konstruktionen mot något effektivare. Undersöks väggen från Drottninghög så är där endast 95 millimeter isolering. Jämförs det med dagens standard som ligger omkring 250 millimeter så är det självklart att energiförbrukning blir högre. Det gäller även att täta de otätheter som finns.

Mätning av fjärrvärmeförbrukningen på Rökullagatan 8, Helsingborg visar att byggnaden förbrukar någonstans mellan 185 kWh/m<sup>2</sup>år och 204 kWh/m<sup>2</sup>år. Att det verkliga värdet skiljer sig från det teoretiska kan bero på olika saker så som att den verkliga gratisvärmens är större än den teoretiska och att den verkliga innetemperaturen är mindre än den teoretiska. Saker så som ventilation och att fjärrvärmens är seriekopplad kan också ha en viss inverkan på energianvändningen.

## 4 Förbättringsmöjligheter

### 4.1 Grundkonstruktion

Isoleringsmöjligheterna är inte många när det gäller källargrunden. Det vanligaste som görs är att källaren dräneras och då passar man samtidigt på att tilläggsisolerar källargrunden. Ofta då genom en isoleringsskiva som placeras på utsidan av källarväggen. Anledningen till att isoleringen fästs på utsidan är för att isoleringen även ska fungera som en fuktspärr och hindra fukt från att tränga in i betongen som får en högre temperatur än vad invändig isolering kunnat åstadkomma. Då väggen blir varmare torkar den även ut bättre och dess värmeisoleringsförmåga utnyttjas bättre. Fästes isoleringen på insidan av källarväggen blir således väggen kallare och den relativa fuktigheten intill källarväggens insida blir tämligen högre. Fuktskador mellan vägg och invändig isolering är vanligt.

Marken som omger källaren håller under vinterhalvåret ca 6,0–11,5 °C på 2,5 m djup. Detta betyder att källarväggen, delen som är under mark, inte kommer att frysa utan alltid vara relativt varm. Sockeln som ligger ovan mark är den del av källarväggen som är mest utsatt för kyla och har störst värmeutsläpp därefter är det källarväggen som ligger närmast markytan som är utsatt för mycket kyla. (Nevander, Lars Erik & Elmarsson, Bengt, 2006).

Källarväggen som ska förbättras har invändig isolering vilket betyder att källarbjälklaget ligger i direkt anslutning till betongväggen likaså alla innerväggar i källaren, som har kontakt med källarväggen.

Det mest effektiva hade varit att dränera källaren och då samtidigt tilläggsisolera utvändigt. Då måste den invändiga isoleringen tas bort för att betongväggen skulle kunna torka ut och undvika fuktproblem. En sådan insats hade blivit kostsam och omfattande.

För att hålla kostnaderna nere och ändå få ett effektivt resultat kan sockeln och ett par decimeter av källarväggen under mark utvändigt isoleras. På så vis täcks de största värmeutsläppen, källarbjälklag, sockel och källarvägg närmast markytan. Det är vid ett sådant utförande viktigt att den fukt som bör torka ut från sockeln har någonstans att ta vägen därför bör en mindre luftspalt mellan isolering och sockeln uppföras, en dränskiva fyller denna funktion då den har vertikala spår, på samma sida som limmas mot väggen, där vatten kan rinna av. Den fukt som kan transporteras i luftspalten får dock inte kunna ta sig upp i utfackningsväggen utan luftspalten måste vara åtsluten upptill, med t.ex. en täcklist, och låta vatten transporteras ut nedtill. Utanpå isoleringen putsas eller sätts en tät skiva, exempelvis en cementbaserad skiva. Det är även lämpligt att

passa på att gräva ner en meter isolering som horisontellt sticker ut från källarväggen för att höja temperaturen i marken som omger källaren.

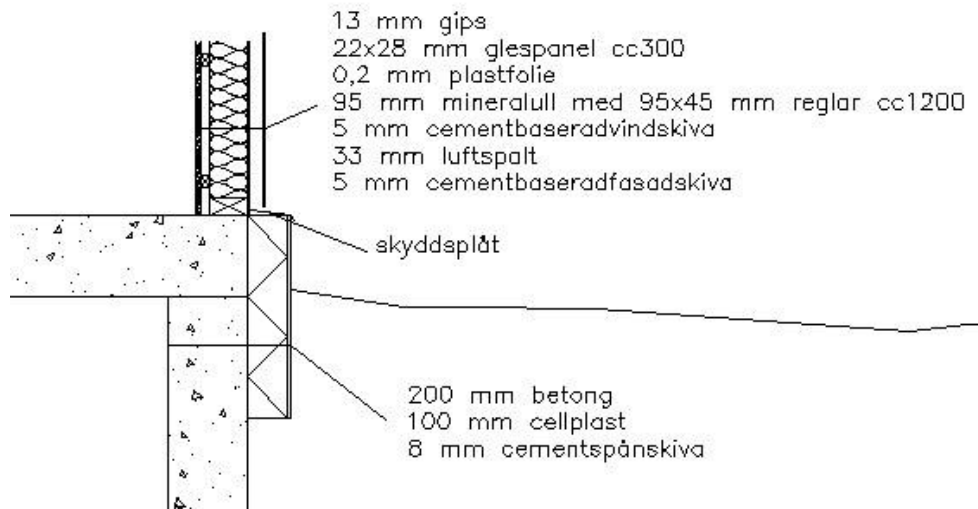


Bild 4:1.  
Bilden visar tilläggsisolering av sockeln.

## 4.2 Vägghkonstruktion

Vad gäller tilläggsisolering av väggar så är det viktigt att undersöka möjligheterna var man kan lägga isoleringen. Är målet att energieffektivisera en byggnad så bör utvändigt isolering väljas då den i regel bryter de större köldbryggorna i en vägg, det vill säga de som uppkommer vid mellanbjälklag och hörn. Kostnaden med utvändigt isolering beror på vilken typ av isolering som används och på hur det utförs. I regel behövs det tillgång till en byggnadsställning för att ta bort fasadskikten men även för att kunna placera isoleringen rätt, detta medför att processen i regel blir mer kostsam än om invändigt isolering väljs. Utförs tilläggsisoleringen utvändigt så medför det även att den befintliga väggen blir varmare och därmed torrare vilket kan förhindra en del fuktpåfrestningar.

Vid speciella fall så som kulturmärkta byggnader eller andra anledningar kan utvändigt isolering vara en omöjlighet då det påverkar fasadens yttre och därmed förstör eller tar ifrån byggnaden sin karaktär. Om invändigt isolering valts uppkommer köldbryggor vid mellanbjälklag, hörn och vägganslutningar där det inte går att placera någon invändigt isolering. Vid val av invändigt isolering bör en alternativ lösning för att eliminera köldbryggorna undersökas och om inte det går så måste köldbryggorna reduceras i bästa möjliga mån. Isoleras väggen invändigt så måste de befintliga temperaturförhållandena ses över eftersom att väggens varma sida blir något kallare, på grund av den temperaturdifferensen kan fuktskador förekomma men det kan även leda till sådana saker som frostsprängning i tegel. ((A)Energimyndigheten, 2007).

Hur mycket isolering är lönsamt att lägga in i en vägg?

Mineralull eller cellplast som har ett lambda värde på omkring 0,033-0,040 är i regel alltid lönsamt att använda i tjocklekar upptill 250-300 mm, efter det börjar effekten av isoleringen att plana ut vilket resulterar i att grövre tjocklekar som kostar mer än vad det genererar. Skulle energipriset öka skulle det även grövre tjocklekar kunna vara gynsamma. (Lars Sentler, 2010)

Energimyndigheten rekommenderar att tilläggsisolera med 300 mm (U-värde=0,16 för hela väggen) för nybyggnad. Skulle det nu gå att på något sätt kunna byta ut mineralull eller cellplast mot något mer effektivt material som har ett lägre lambda värde skulle detta kunna resultera i att de grova tjocklekarna på isoleringen inte behöver användas. En negativ effekt av grova isoleringstjocklekar som placeras utvändigt blir de hålögon som uppstår vid fönster- och dörrinfästningar, det vill säga väggen väller ut över fönstret och husets utseende kan upplevas som negativt.

Vad gäller väggkonstruktionen på Drottninghög så kommer fokus ligga på att bryta köldbryggor samt att skapa en tät och fuktsäker vägg. För att kunna uppnå detta kommer en utvändigt tilläggsisolering att väljas, vilket kommer bryta de köldbryggor som finns vid bjälklag och utfackningsväggar. Vid tilläggsisolering så behålls den gamla träregelväggen och den nya isoleringen kommer att placeras utanför den gamla betongen så att innerväggar och bjälklag täcks av isoleringen. Detta kommer att leda till att betongen kommer vara den svagaste isolerade punkten i väggen men det kommer absolut inte vara en lika kritisk köldbrygga som den var tidigare. Eftersom energimyndigheten rekommenderar 300mm så blir målet att använda material eller kombinationer av material som motsvarar 300 mm mineralull. (Kristina Landfors, 2009)

Vid val av isoleringsmaterial i väggen så föredras stenull eller mineralull då de ofta har en bättre brandsäkerhet än cellplast. Skillnaden mellan att välja mineralull och stenull istället för cellplast blir dock de köldbryggor som orsakas av reglarna som håller ullen på plats. Idag finns dock nya material som är effektivare. Detta betyder att tjocklekarna inte blir lika grova vilket medför att väggen inte drabbas av hålögon. Thermoreflekt är samma material som används i rymden för att isolera dräkter och rymdskepp. Materialet är tunnare än traditionella isoleringsmaterial som mineralull och består i stort sett av luftbubblor och folie. Det är folien i Thermoreflekt som ska vara nyckeln till dess goda isoleringsegenskaper. Den ska reflektera tillbaka den strålning som annars hade strålat ut genom väggen. Materialet består även av en mycket tät plastfolie som stänger in luftbubblor samt bildar en ångspärr. Då materialet är så beroende på den reflekterande förmågan ifrågasätts det ofta hur pass bra materialet fungerar inuti en konstruktion.



Används Thermoreflekt så kommer väggkonstruktionen att utifrån och in bestå av en cementbaserad fasadskiva, luftspalt, cementbaserad vindskiva, regler samt isolering, regler, Thermoreflekt, glespanel, den befintliga regelväggen. (Wiedland, 2010).

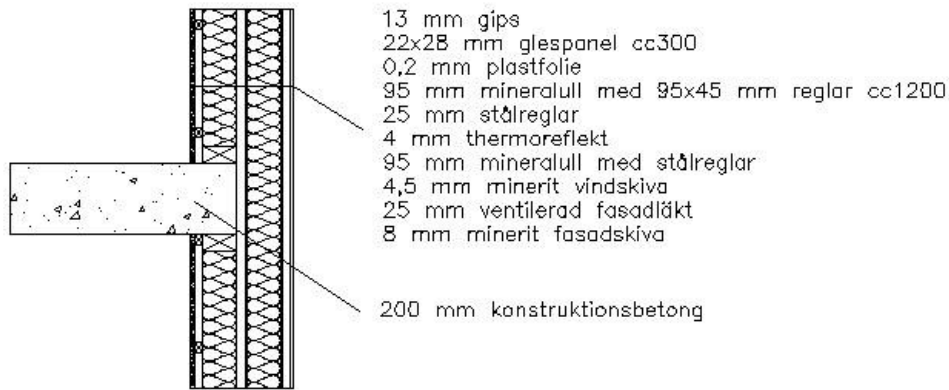


Bild 4:2.

Bilden visar tilläggsisolering av utfackningsväggen med thermoreflekt.

Används traditionell Stenull kommer väggkonstruktionen utifrån och in bestå av en cementbaserad fasadskiva, luftspalt, cementbaserad vindskiva, regler samt isolering och den befintliga regelväggen.

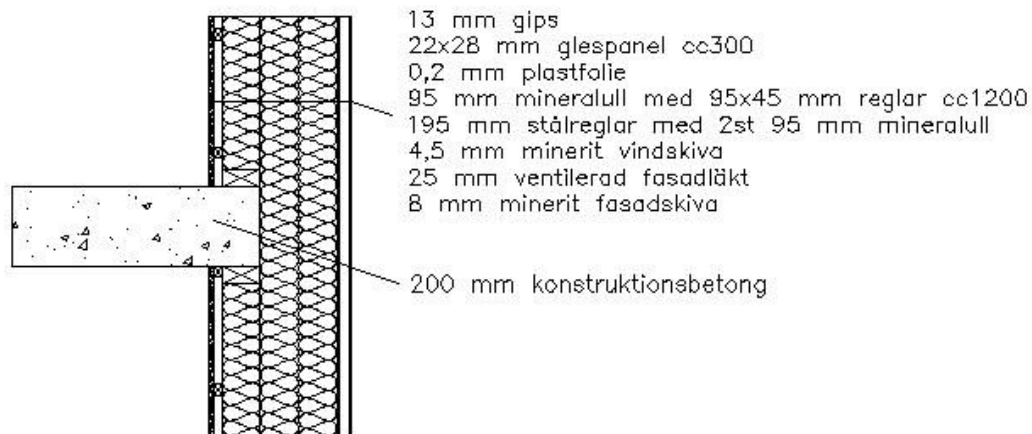


Bild 4:3.

Bilden visar tilläggsisolering av utfackningsväggen med mineralull.

Den tredje typen av isolering som provas är PIR-isolering (Polyisocyanurate-isolering), det är ett isoleringsmaterial som används bland annat till att isolera frys- och kylrum men används även till Ikeas nybyggnationer. PIR köpes ofta i färdiga sandwichelement med tunna plåtskivor som omger PIR-isoleringen. Då PIR-isoleringens kärna förhindrar effektiv vatteninträning varken möglar, ruttar eller löses isoleringen upp. PIR-isoleringen är även väldigt brandtålig och därför ett lämpligt material att använda i byggnader. (Kingspan, 2009).

Utfackningsväggen skulle med PIR-isoleringen se ut enligt följande utifrån och in, 120 mm sandwichelement med PIR och den befintliga väggen med 95 mm mineralull. PIR-elementen fungerar utmärkt som fasad. Då det blir en tätfasad behövs ingen luftspalt eller diff. spärr. Det är dock viktigt att byggnaden är välventilerad då klimatskalet blir väldigt tätt.

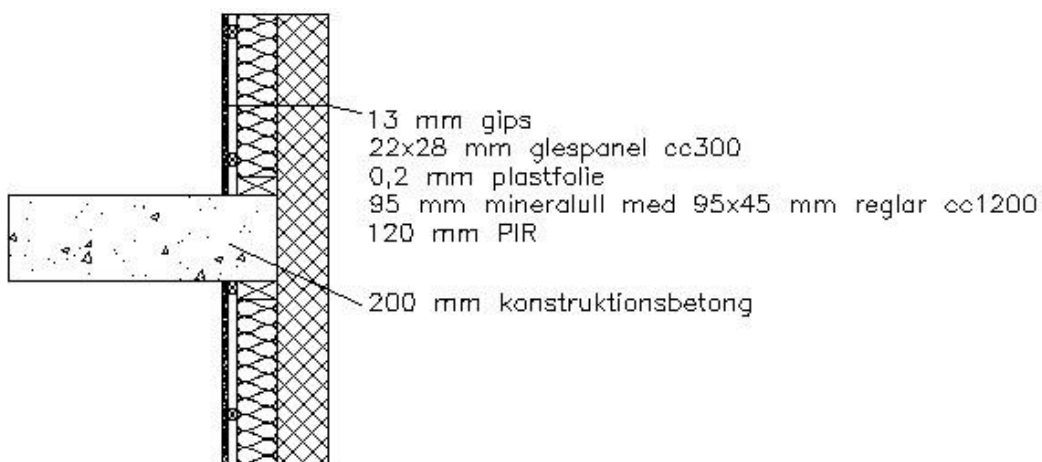


Bild 4:4.  
Bilden visar tilläggsisolering av utfackningsväggen med PIR.

### 4.3 Gavlar

Gavlarna som i stort sett har lika lite isolering som utfackningsväggarna, nertryckt mellan betong och tegel, måste förbättras. Det absolut bästa sättet är att riva ner teglet och tar bort isoleringen, för att sedan sätta upp 200 – 300 mm isolering och sedan bygga upp en ny fasad av tegel.

Det kan bli kostsamt att först riva ner teglet och sedan bygga upp det på nytt, därför rekommenderas att på Drottninghög istället låta fasadteglet vara och tilläggsisolera med 100 mm cellplast utanpå. På cellplasten läggs en ordentlig puts, på detta vis behöver man inte riva teglet och får en mycket bättre vägg till ett rimligt pris.

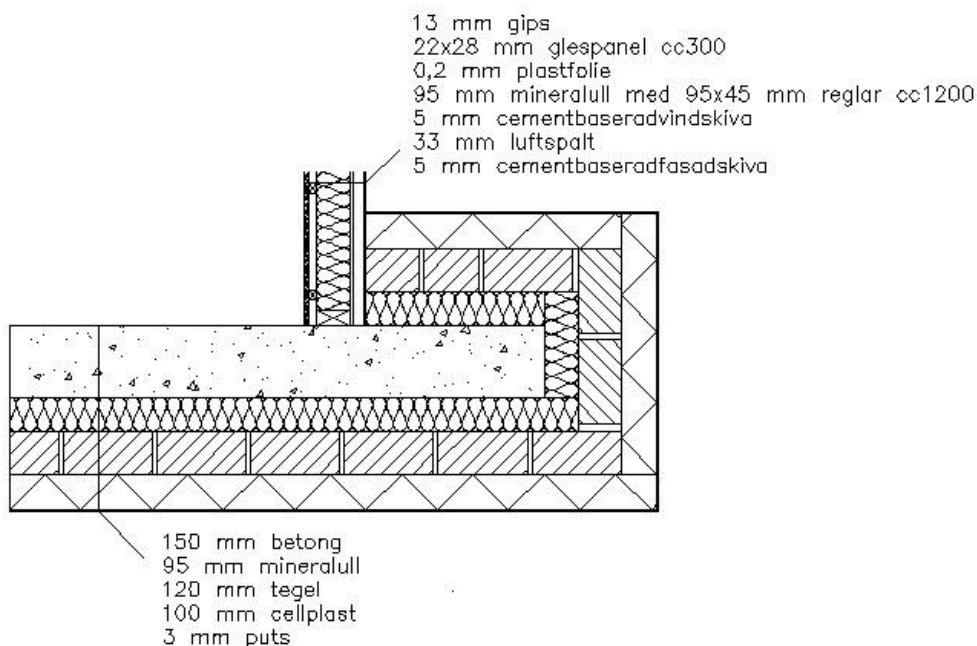


Bild 4:5.

Bilden visar tilläggsisolering av gavel.

### 4.4 Bjälklagskonstruktion

Vad gäller tilläggsisolering av bjälklagen så är det ofta beroende på utförandet av andra konstruktionsdelar så som tak, väggar och källaren. Det viktiga vid tilläggsisolering är att få de konstruktionsdelar som ansluter till bjälklagen på den varma sidan av väggen och därmed bryta onödiga köldbryggor som annars uppkommer genom bjälklaget.

Isolering i bjälklag mellan två varma sidor är i regel alltid där endast för ljudisolering, för att minska fortplantning av stegljud som orsakats i våningen intill. Bjälklaget som anslutning till källare kan vara ett område för tilläggsisolering om ingen annan åtgärd görs på källarväggen. I anslutning till taket kan vindsbjälklaget vara ett område för tilläggsisolering om det är ett

kallt tak, om så är fallet rekommenderar energimyndigheten en isolertjocklek på 500mm (u-värde = 0.1). ((A)Energimyndigheten, 2007).

Vad det gäller mellanbjälklagen på Drottninghög så kommer de inte att tilläggsisoleras eftersom detta ej anses lönsamt ur energisynpunkt.

Om balkongen är i ett och samma stycke med bjälklaget så är det viktigt att se över dess inverkan som köldbrygga samt att försöka bryta denna. Den bästa lösningen på detta vore att antingen flytta ut väggen eller att bryta loss balkongen från bjälklaget och sedan försöker att isolera emellan de två delarna alternativt skaffar en annan balkong konstruktion eller tar bort den helt.

På Drottninghög är det bäst att flytta ut väggen hela vägen ut och inte skapa några nya balkonger då det ur energisynpunkt är svårt att kunna bli av med de köldbryggor som förekommer vid infästningar. Konstruktion kommer i och med detta att likna den västra väggen och även den bli av med köldbryggorna.

#### **4.5 Takkonstruktion**

Att tilläggsisolera taket på en byggnad är oftast lönsamt då det vanligast bara är att spruta in lösull ovan på vindsbjälklagen, eller använda sig av annan typ av isolering. Detta är ett jättebra sätt då det finns ett högt vindsutrymme med god ventilation. Finns det problem med otätheter i vindsbjälklaget kan det skapa kondens i vindsutrymmet vilket i sin tur kan leda till fuktskador, därför är det viktigt att kontrollera tätheten i vindsbjälklaget innan en sådan åtgärd.

Är det däremot ett lågt vindsutrymme kan det ställa till besvär med att spruta in lösull eller liknande då luftspalten lätt täpps igen med detta. Luftspalten skall vara belägen närmast yttertaket och vara ventilerad, detta för att inifrån kommande fukt ska kunna ventileras bort. Även om isolermaterial så som lösull av mineralull och ekofiber har ganska stor luftgenomsläplighet är det svårt att bedöma om ventilationen är tillräcklig eller om den är för stor så att värmeisoleringen påverkas negativt. Då det kan vara svårt att säkerställa ventilationen i taket bör det undvikas att spruta in lösull eller liknande isolering i låga vindsutrymmen.

Om den invändiga takhöjden tillåter går det att tilläggsisolera på insidan av vindsbjälklaget. Först reglas taket upp för att sedan lägga upp isoleringen, under vilken en fuktspärr placeras så den varma luften inte bildar kondens under en eventuellt befintlig fuktspärr. Under fuktspärren läggs vanligtvis gipsplattor eller dylikt vilket då blir det nya innertaket.

Då det inte går att tumma på rumsvolymen i bostäderna under vindsbjälklaget så bör istället en utvändig isolering väljas. För att den utvändiga isoleringen

ska få någon effekt måste ventilationen stoppas eftersom kallluft annars förs in mellan de två isoleringsskikten och kyler ner det numera varma taket. Det är väldigt viktigt att det inte finns några otätheter i taket och tilläggsisoleringen måste vara så tjock att det inte kan bildas kondens på det ursprungliga tätskiktet, värmemotståndet hos tilläggsisoleringen ska vara minst lika stort som hela den ursprungliga konstruktionens värmemotstånd. (Nevander, Lars Erik & Elmarsson, Bengt, 2006).

Den typen av tilläggsisolering som skulle kunna passa exemplet på Drottninghög är en kombination av att man fyller luftspalten med ekofiber eller något liknande och sedan tilläggsisolerar på utsidan av taket. Luftinsläppen till luftspalten i taket tätas och sedan fylls luftspalten med ekofiber som packas så mycket som möjligt för att få en så tät konstruktion som möjligt. Ekofibern sprutas in genom hål som görs i taket och sedan tillåts att var öppna för att eventuell instängd fukt ska kunna ta sig upp till den nya luftspalten. När ekofibern är insprutad reglas taket upp för att kunna lägga ytterligare 220 mm mineralull men även så att där bildas en ventilerad luftspalt. Ovanpå reglarna läggs spont och ett nytt tätskikt.

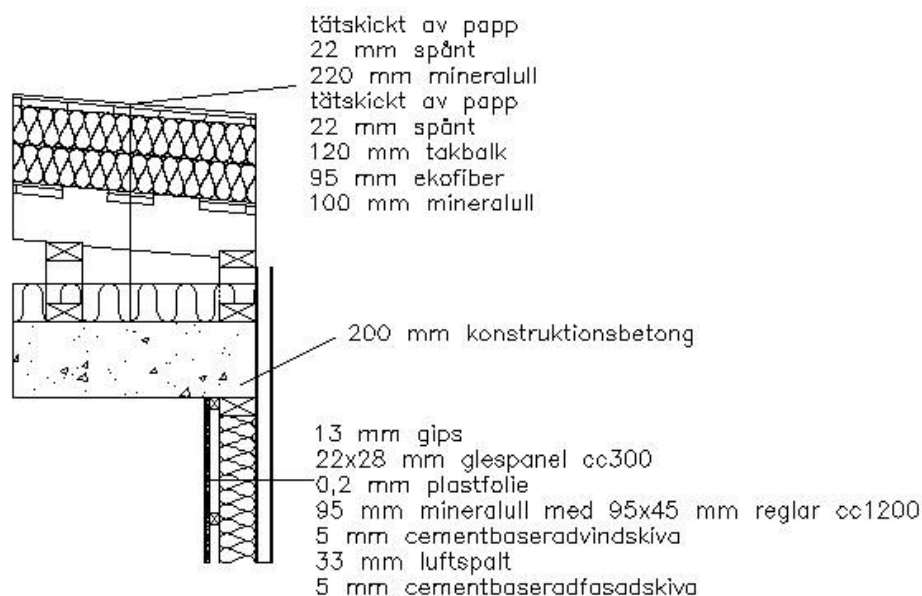


Bild 4:6.  
 Bilden visar tilläggsisolering av tak med ekofiber.

Fördelen med att använda ekofiber är att materialet kan uppta och avge fukt. På så vis sprids inte fukten till reglar och dylikt där den kan skapa problem. Luftspalten hjälper till att vädra bort fukt som avges av ekofibern under en torrare period. (Bengt Adolphi, 2002).

En nackdel med att tilläggsisolera ett låglutande tak är att de ofta har läckt in vatten framför allt när de stått så pass länge som 40 år. Görs ett rimligt antagande om att vatten har läckt in i takkonstruktionen på Drottninghög så är det nödvändigt att byta ut hela konstruktionen ner till betongbjälklaget. Det är inte säkert att en läcka i takkonstruktionen upptäcks av de boende då betongbjälklaget kan vara så pass vattentät att det inte går igenom något vatten. Taket rivs ner ända till betongbjälklaget och sedan byggs ett nytt tak upp därifrån, helst med en större lutning och mer isolering.

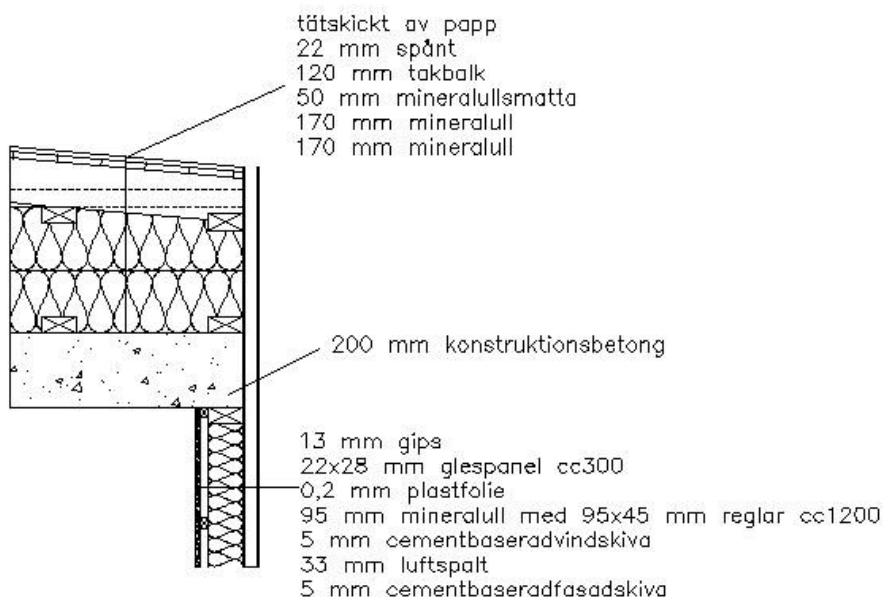


Bild 4:8.  
 Bilden visar ombyggnad av taket, då fuktskador påvisats.

## 4.6 Fönster

För att förbättra fönster och dörrar finns där egentligen bara två sätt att göra detta på, antingen byts samtliga fönster ut vilket är väldigt kostsamt eller så kompletteras de fönster som redan sitter i byggnaden. Det går att antingen komplettera med en energisparruta eller byta ut det inre glaset mot ett energisparglas. En nödvändig komplettering oavsett vad som väljs att göra är att runt fönsterramen sätts fogskum för att inte ramen ska ligga direkt mot reglarna, vilket bildar en köldbrygga. (Nevander, Lars Erik & Elmarsson, Bengt, 2006).

Det kostar oftast mer än vad som tjänas på att byta ut till bättre fönster då fönster är dyra och omständiga att montera. Om man ska byta ut fasader eller ändra om i väggkonstruktionen kan det ändå bli mer lönsamt att byta ut fönsterna då de oftast måste monteras ned för arbetets skull.

Då tanken för byggnaden på Drottninghög är att tilläggsisolera utfackningsväggen skulle kostnaden för ett byte av fönsterna kunna hållas nere och därmed motiveras.

För tillfället finns där fyra olika storlekar på fönsterna i husen på Drottninghög vilket innebär en hög kostnad om de byts till fönster med samma mått som de befintliga. Skulle en och samma storlek och typ av fönster sättas in överallt skulle det bli billigare då större kvantiteter av samma fönster köps in. Det får då regleras om till en del fönster för att de ska passa.

Balkongerna tas bort och ersätts med två stycken fönster då balkongerna byggs in för att förhindra köldbryggor. ((B) Energimyndigheten, 2007).

## 5 LCC-Kalkyl

LCC står för livscykelkostnad (Life Cycle Cost) och används för att räkna ut den totala uppvärmningskostnaden för en viss utrustnings eller konstruktions hela livslängd. Kostnaden för att installera/bygga, underhålla och demontera/slänga. Det är även viktigt att ta med energikostnaden då det oftast är den man tjänar igen pengarna på. Genom en LCC-kalkyl fås en överblick över huruvida en åtgärd eller ett köp blir lönsamt eller om det inte blir lönsamt och hur många år det krävs för att det ska bli lönsamt.

När en LCC-kalkyl utförs för en byggnadsdel, t.ex. om huruvida det är lönsamt att tilläggsisolera eller inte, är det uppvärmningskostnaderna som främst är lönsamma och det undersöks hur lång tid det tar innan åtgärden betalat av sig själv. ((C) Energimyndigheten, 2007).

För att kunna räkna hem förbättringarna för de olika konstruktionsdelarna måste priserna på allt material, arbete och underhåll redovisas. Oftast används å-priser, dvs. summan för material, arbete och normala omkostnader exkl. moms, vilket även görs i dessa beräkningar. För noggrannare redovisning av beräkningar och kostnader se bilaga 2.

De värden som används i LCC-kalkylen är följande:

Mängduppgift: 1 m<sup>2</sup>

Kalkylperiod (livslängd): 30 år

Kalkylränta: 6,0 % (nominell)

Underhållskostnad prisutveckling per år: 4,0 % (nominell)

Energislag: El kWh

Energipris rörligt: 1,20 kr/kWh

Energiprisutveckling per år: 4,0 % (nominell)

Gradtal innan förbättring: 99500

Gradtal efter förbättring: 84900

Nuvärdeskoefficienten: 22,4

Formell:  $LCC = (\text{Nuvärdeskoeff.} * (\text{Gradtimmar}/1000) * U\text{-värde} * \text{Energipris})_{\text{befintlig}} - (\text{Invest. Kost.} + (\text{Nuvärdeskoeff.} * (\text{Gradtimmar}/1000) * U\text{-värde} * \text{Energipris})_{\text{ny}})$



## 5.1 Isolering av sockeln

Investeringskostnaden för att isolera sockeln blir 278 kr/m, husets omkrets är 170 m vilket då ger en totalinvestering på ca 47 400 kr. Innan tilläggsisoleringen har sockeln ett U-värde på 0,37 och efter tilläggsisoleringen får sockeln ett U-värde på 0,18.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,37 * 1,2 - 278 + 22,4 * 84,9 * 0,18 * 1,2 = 300 \text{ kr/m}^2$$

Med dessa värden ger LCC-kalkylen en vinst på 300 kr/m vilket ger en totalvinst på 51 000 kr över 30 år. Det visar sig att redan efter 13 år har investeringen betalt av sig själv. 51 000 kr är ingen jättevinst i sig själv för ett flerbostadshus men kan förhoppningsvis tillsammans med de andra investeringarna visa upp en större vinst.

## 5.2 Tilläggsisolering av utfackningsväggen

Under nuvarande förhållande så ligger utfackningsväggen med ett U-värde på 0,40 och har en yta på ca 1190 m<sup>2</sup>.

### 5.2.1 Mineralull

Tilläggsisolera med mineralull reducerar U-värdet på väggen från 0,40 till 0,125 skillnaden är dock att väggen kommer att ha en större tjocklek. Vad gäller kostnader så ligger investeringen på 1345 kr/m<sup>2</sup>, där den totala investeringskostnaden ligger på 1 599 885 kr.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,4 * 1,2 - 1345 + 22,4 * 84,9 * 0,125 * 1,2 = -560 \text{ kr/m}^2$$

Inmatat i LCC-kalkylen resulterar detta i en förlust på 560kr/m<sup>2</sup>, totalt blir det en förlust på 666 490 kr totalt sett skulle investeringen vara avbetalad efter 74 år.

### 5.2.2 Termoreflekt

Tilläggsisolera med Thermoreflekt reducerar U-värdet från 0,40 till 0,110 som är ett mycket bra värde. Dock har effekten ett pris konstruktionen kostar något mer 1475kr/m<sup>2</sup> vilket ger en totalinvestering på 1 755 230 kr.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,4 * 1,2 - 1475 + 22,4 * 84,9 * 0,110 * 1,2 = -656 \text{ kr/m}^2$$

Inmatat i LCC-kalkylen fås en förlust på 656 kr/m<sup>2</sup> och en total förlust på 780750kr. Investeringen skulle betalat av sig själv efter 83 år.

### 5.2.3 PIR

Tilläggsisolera med PIR-element reducerar U-värdet på väggen från 0,40 till 0,125, investeringskostnaden för PIR ligger på 696 kr/m<sup>2</sup> den totala kostnaden blir då 828 330 kr.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,4 * 1,2 - 696 + 22,4 * 84,9 * 0,125 * 1,2 = 88 \text{ kr/m}^2$$

Inmatat i LCC-kalkylen fås en vinst på 88 kr/m<sup>2</sup> som ger en totalvinst på ca 104 720 kr. Investeringen i sig själv är avbetald på 26 år.

Det bästa alternativet av de tre blir PIR-element lösningen, som både ger en ekonomisk vinst efter 30 år men som även inte är för grov i tjocklek, vilket utseendemässigt fortfarande kan var acceptabelt. De andra lösningarna påverkades oerhört mycket av de kostsamma fasadskikten.

### 5.3 Tilläggsisolering av gavel

I befintligt skick så har väggen 95 mm isolering och den har ett U-värde på 0,33. Totalt sett har gavelväggen en yta på 205 m<sup>2</sup>. Efter isolering får väggen ett U-värde på 0,17 vilket inte är optimalt men helt acceptabelt, denna förbättring kostar 625 kr/m<sup>2</sup> och har en investeringskostnad på ca 128120 kr.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,33 * 1,2 - 625 + 22,4 * 84,9 * 0,17 * 1,2 = -130 \text{ kr/m}^2$$

Inmatat i LCC-kalkylen så fås en förlust på 130 kr/m<sup>2</sup> och totalt sett en förlust på 26 650 kr. Det är först efter 43 år som investeringen börjar visa på en vinst.

### 5.4 Byte av tak

Att först riva taket för att sedan bygga upp de på nytt, vilket rekommenderas att göra om det är fuktskadat, har en investeringskostnad på 1396 kr/m<sup>2</sup>. För de 914 m<sup>2</sup> tak på drottninghög blir den totala investeringen 1 227 944 kr. Det befintliga taket har ett U-värde på 0,32 och det nybyggda taket får ett U-värde på 0,094. Vilket är en stor skillnad, problemet är dock att investeringskostnaden är för hög för att en LCC-kalkyl ska kunna visa en lönsamhet för den här åtgärden.

$$LCC = 22,4 * 99,5 * 0,32 * 1,2 - 1396 + 22,4 * 84,9 * 0,094 * 1,2 = -755 \text{ kr/m}^2$$

Förlusten över 30 år uppgår till 755 kr/m<sup>2</sup> vilket totalt blir en förlust på 690 070 kr. Det är först efter 200 år som det nya taket kan gå plus minus noll.

## 5.5 Tilläggsisolering av tak

Får det befintliga taket ligga kvar och istället fyller luftspalten och tilläggsisolerar, undviks bland annat rivningskostnaderna för det befintliga taket. Investeringskostnaden för en sådan åtgärd ligger på 1088 kr/m<sup>2</sup> och den totala investeringskostnaden för 914 m<sup>2</sup> tak blir då 994 432 kr. Taket får då U-värdet 0,089 vilket är bättre än om taket skulle byttas men inte tillräckligt bra för att åtgärden ska gå med vinst efter 30 år.

$$\text{LCC} = 22,4 * 99,5 * 0,32 * 1,2 - 1088 + 22,4 * 84,9 * 0,089 * 1,2 = -435 \text{ kr/m}^2$$

Den totala förlusten efter 30 år blir således 397 590 kr för taket. Det är först efter 70 år som investeringen börjar gå med vinst.

## 5.6 Byte av fönster

Investeringskostnaden för att byta fönster är 7000 kr/ fönster (4861 kr/m<sup>2</sup>), då byggnaden har 164 st. fönster blir den totala investeringskostnaden 1 148 000 kr. De befintliga fönsterna har ett U-värde på 2,8 och de nya får ett U-värde på 0,9 vilket är en markant skillnad, vilket även märks i LCC-kalkylen.

$$\text{LCC} = 22,4 * 99,5 * 2,8 * 1,2 - 4861 + 22,4 * 84,9 * 0,9 * 1,2 = 573 \text{kr/m}^2$$

Över 30 år blir det en besparing på 573 kr/m<sup>2</sup> alltså totalt 135 319 kr för samtliga fönster. Det tar 26 år innan investeringen går med vinst. Det ska dock påpekas att fönsternas livslängd kan vara längre än 30 år och vinsten då blir större. (Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

## 6 Resultat

### 6.1 Gynnsamma förbättringar

De åtgärder som går med vinst efter 30 år är isolering av sockel, tilläggsisolering av utfackningsväggar med PIR och byte av samtliga fönster. Den vinst som ackumuleras genom att utföra dessa åtgärder blir 291 039 kr, skulle även den förlust för att tilläggsisolera gavlarna räknas in blir vinsten 264 389 kr vilket är acceptabelt. Det är inte ekonomiskt försvarbart att åtgärda taket då en sådan åtgärd går med en förlust på 690 070 – 397 590 kr. Det kan finnas sätt att tilläggsisolera taket, om det inte är fuktskaddat, som inte tas upp i denna rapport som kan vara vinstgivande.

Drottninghög är ett område som består av ca 50 flerbostadshus, till största delen liknande hus. Skulle åtgärder införas på 40 stycken av dessa hus skulle vinsten bli 10 575 560 kr vilket är en ordentlig vinst. Beräkningarna är gjorda efter en livslängd på 30 år vilket är i underkant på konstruktionernas egentliga livslängd som är 30 - 50 år.

Då fasaden tilläggsisoleras bryts även de största köldbryggorna vilket minskar värmeutsläppet från byggnaden. Med PIR och puts som fasader kan byggnaden få ett lyft, då det går att välja många olika färger och utseende. Detta kan bidra till att Drottninghög får en trevligare atmosfär och blir ett attraktivare område.

### 6.2 Ny energiförbrukning

Genomförs de vinstgivande förbättringarna så fås en årsenergianvändning på 105 kWh/m<sup>2</sup>år vilket ligger marginellt under BBRs krav för nybyggnationer, 110 kWh/m<sup>2</sup>år för Skåne-regionen. Då har energianvändningen sänkts från 211 - 105 kWh/m<sup>2</sup>år vilket är en differens på 106 kWh/m<sup>2</sup>år. Skulle en värmepump sättas in med en verkningsgrad på 70 % skulle energianvändningen sänkas ytterligare 30 kWh/m<sup>2</sup>år till 75 kWh/m<sup>2</sup>år.

Tilläggsisoleras även taket så får man en årsenergianvändning på 96 kWh/m<sup>2</sup>år, vilket är en ytterligare sänkning på 9 kWh/m<sup>2</sup>år. I förhållande till kostnaden för att tilläggsisolera taket är det inte en lönsam åtgärd.

Då köldbryggorna bryts och tätheten förbättras för byggnaden måste uträkningarna justeras.

### 6.3 Slutsats

Det bästa alternativet blir att genomföra de förbättringar som berör sockeln, väggen, fönster samt gaveln. Dessa åtgärder går tillsammans med vinst inom 30 år och har en livslängd upp till 50 år.

Den största vinsten fås av att byta fönster till mindre och energieffektivare fönster, även om man får sätta in fler. Tilläggsisolering av utfackningsväggen ger ingen stor vinst per kvadratmeter men då väggen har en stor yta blir det pengar av det ändå. Skulle man isolera utfackningsväggen med något annat material än PIR resulterar de i stora förluster. Tilläggsisolering av sockeln är en bra investering men då ytan som isoleras är relativt liten blir även vinsten liten. Tilläggsisoleringen av taket blir svårt att motivera, då det går med en relativt stor förlust och med risk för fuktskador så måste hela taket bytas vilket resulterar i en mycket högre kostnad. Är taket fuktskadat så bör givetvis taket bytas och då även mängden isolering ökas.

En värmeväxlare har stor inverkan på energianvändningen och bör undersökas ytterligare. De största köldbryggorna kan brytas relativt lätt med tilläggsisolering och energiförlusterna blir därmed lägre.

## 7 Diskussion

De mest förvånande resultaten var vinsten för fönsterbyte och taket. Vi var väldigt övertygade om att fönsterbytet skulle gå med förlust och att takförbättringarna skulle vara bland de mest vinstgivande investeringarna. Orsaken till att ett fönsterbyte går med vinst måste bero på att de befintliga fönstren har ett väldigt dåligt U-värde från början och de nya fönsterna en lång livslängd. Hade taket haft ett ordentligt vindsutrymme så hade tilläggsisolering varit en mycket enklare uppgift nu fick man hålla på att pilla i luftspalten för att få konstruktionen tät och sedan kunna tilläggsisolera.

Förutom den ekonomiska vinsten så får även området ett ansiktslyft och blir troligtvis mer attraktivt att bo i. Eftersom energiförbättringarna går med vinst kan en interiör renovering lättare motiveras. Då byggnaderna blir mer attraktiva tror vi inte att Helsingborgshem kommer att ha lika stora problem att hyra ut lägenheterna till en högre hyra. Att investera i områdets omliggande natur och lekplatser tror vi även skulle vara givande ur denna synpunkt.

Även om energianvändningen sänktes mycket finns det andra åtgärder som kan förbättra energiförbrukningen för byggnaden. Installation av t.ex. en värmepump eller värmepump skulle kunna få ner energianvändningen avsevärt mer. Solfångare är ofta en dyr investering men kan fortfarande bli lönsamt. Små energibesparingar som t.ex. byte av radiatortermostater, byte till lågenergilampor, byte till energiklassade vitvaror och temperatur reglering av enskilda lägenheter kan även generera en del pengar ur energisynpunkt.

Materialet Thermoreflekt reflekterar strålning väldigt bra, därför ifrågasätts hur pass bra materialet fungerar i en konstruktion, därför skulle det kunna användas bakom element och liknande för att förhindra utstrålning av värme. På så vis reflekteras mycket av värmen in i rummet, som annars skulle strålas in i väggen.

Då energipriserna ständigt höjs och människor blir mer medvetna om miljön så kommer tilläggsisolering bli vanligare och antagligen mer lönsamt inom en snar framtid.

Ett försök att använda IR-kamera har också gjorts men resulterade i väldigt felaktiga temperaturskillnader. Detta kan ha berott på felinställningar eller att solen stått på väldigt mycket den dagen.

## 8 Referenser

- (A)Energimyndigheten (2007). Isolering (Elektronisk) Tillgänglighet: <<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Isolering/>> (2010-03-15).
- Lars Sentler (2010). Professor inom Bygghvetenskaper. LTH. Föreläsning 2010-03-01.
- Kristina Landfors (2009). Att tilläggsisolera hus-fakta, fördelar och fallgropar (Elektronisk). CM-gruppen. Tillgänglighet: <<http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/Broschyter&id=1dfed97728e34e66926adb71a9504a12>> (2010-03-17).
- Wiedland (2010). Thermoreflekt (Elektronisk). Tillgänglighet: <<http://www.wiedland.se/thr/>> (2010-03-30).
- Kingspan (2009). Konstruktivt tänkande (Elektronisk). Tillgänglighet: <[http://www.nordbygg.se/archive/31/files/4469\\_product\\_3042\\_1053.pdf](http://www.nordbygg.se/archive/31/files/4469_product_3042_1053.pdf)> (2010-03-19).
- (Nevander, Lars Erik & Elmarsson, Bengt (2006). *Fukthandbok: praktik och teori*. 3. utg. Stockholm: Svensk Byggtjänst).
- Bengt Adolphi, (2002). Välja isolering - vilka är riskerna? (Elektronisk). Byggnadskultur, september. Tillgänglighet: <[http://www.byggnadsvard.se/index.php?option=com\\_content&view=article&id=365:vaelja-isolering-vilka-aer-riskerna-&catid=44:isolering&Itemid=68](http://www.byggnadsvard.se/index.php?option=com_content&view=article&id=365:vaelja-isolering-vilka-aer-riskerna-&catid=44:isolering&Itemid=68)> (2010-03-26).
- (B) Energimyndigheten, (2007). Fönster och dörrar (Elektronisk). Tillgänglighet: <<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet/Fonster-och-dorrar/>> (2010-03-31).
- (C) Energimyndigheten, 2007. Livscykelkostnad (Elektronisk). Tillgänglighet: <<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Stall-krav-vid-inkop/Livscykelkostnad/>> (2010-04-15).
- Sektionsfakta®-NYB 08/09 (2008). Wikells Byggberäkningar AB.

# 9 Bilagor

## 9.1 Bilaga 1. Isover2 beräkningar (Befintlig konstruktion)



### Resultat från energiberäkning

2010-05-10 12:36

drottninghög 1

#### Sammanfattning

Klimatzon:	Söder	Ort:	Lund
Bostadsarea:	2120,0	Lokalarea:	0,0

Beräknad specifik energianvändning:	211 kWh/m <sup>2</sup> .år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning:	110 kWh/m <sup>2</sup> .år

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

#### Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 92% högre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Byggnadens energistatus bör förbättras.



## Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

### Förluster

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

### Tillskott

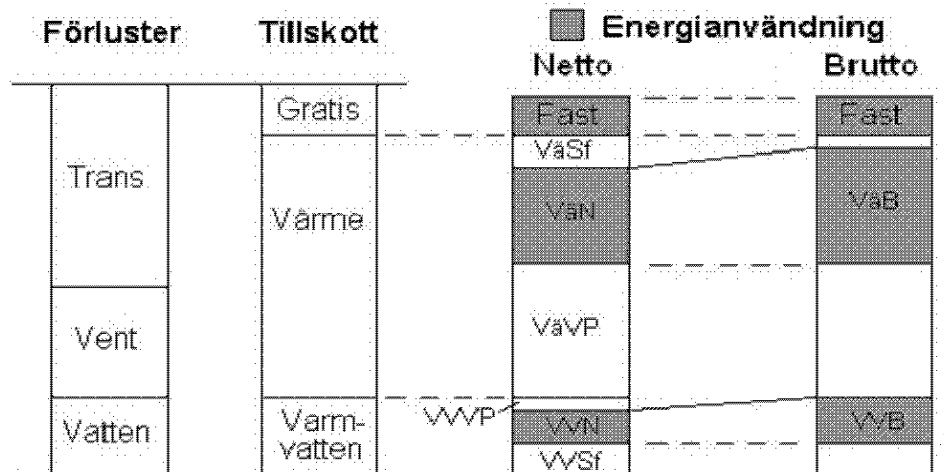
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

### Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSf	Energi från solfångare till värme
VVSf	Energi från solfångare till varmvatten
VäVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVä	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVW	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VaB	Värme Brutto = VVN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVB / nVW

## Principfigur

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



## BOSTAD

### Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Netto	
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	VärmeVarmvatten		Fast	VÄN + VVN
Jan	43971	27328	6625	11532	59767	6625	1529	67747
Feb	40900	25420	5984	13000	53320	5984	1381	60514
Mar	39130	24319	6625	17434	46015	6625	1529	53714
Apr	30633	19038	6411	23503	26168	6411	1479	33244
Maj	19605	12184	6625	19848	11941	6625	1529	18945
Jun	12156	7555	6411	13996	5715	6411	1479	12373
Jul	8105	5037	6625	10161	2981	6625	1529	9802
Aug	9137	5679	6625	11052	3764	6625	1529	10601
Sep	15394	9567	6411	14611	10350	6411	1479	17103
Okt	25721	15986	6625	14826	26881	6625	1529	34189
Nov	33197	20632	6411	13476	40353	6411	1479	47718
Dec	41548	25822	6625	11149	56221	6625	1529	64128
<b>Totalt</b>	<b>319497</b>	<b>198567</b>	<b>78000</b>	<b>174588</b>	<b>343476</b>	<b>78000</b>	<b>18000</b>	<b>430078</b>

### Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	20	0
Infiltration , omsättningar / h	0,3	0
Ventilation , omsättningar / h	0,75	0
Värmeväxling, %	0	0
Hushållsel/Verksamhetsel, kWh/år	60000	0
Fastighetsel , kWh / år	18000	0
Antal personer, genomsnitt, st	54,6	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning , kWh / år	78000	0
Verkningsgrad för värme, %	98	0
Verkningsgrad för varmvatten, %	98	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/m²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

## Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m<sup>2</sup>: 2120,0

Volym, m<sup>3</sup>: 5300,00

Yta	Area, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> , °C	Orientering, °
Yttervägg etemit Väst	459,7	0,40	270
Fönster 2	61,6	2,80	
Porten	15,6	1,50	
Fönster 4	57,6	2,80	
Yttervägg etemit Öst	347,3	0,40	90
Fönster 1	160,8	2,80	
Fönster 2	33,6	2,80	
Fönster 3	52,8	2,80	
Tak	906,2	0,32	
Källare	906,2	0,37	
Yttervägg Tegel Norr	102,5	0,33	0
Yttervägg tegel Söder	102,5	0,33	180

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Källarvägg - Betongbjälklag - Betongväg	170,00	0,09
bilg	91,20	0,91
bjälklag	590,00	0,96
fönster	878,00	0,15
tak	145,00	0,65

## Resultat från Um-beräkning

2010-05-10 12:36

### drottninghög 1, Bostad - Utomhus

#### Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U * A + \text{Summa } \Psi * L) / A_{om} = 0,92 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$

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

#### Byggnaden uppfyller ej kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m <sup>2</sup> , °C)	A (m <sup>2</sup> )	U*A
1. Yttervägg eternit Öst	0,40	347,3	138,92
2. Fönster 1	2,80	160,8	450,24
3. Fönster 2	2,80	33,6	94,08
4. Fönster 3	2,80	52,8	147,84
5. Yttervägg eternit Väst	0,40	459,7	183,88
6. Fönster 2	2,80	61,6	172,48
7. Porten	1,50	15,6	23,40
8. Fönster 4	2,80	9,2	25,76
8. Fönster 4	2,80	48,4	135,52
9. Yttervägg tegel Söder	0,33	102,5	33,83
10. Yttervägg Tegel Norr	0,33	102,5	33,83
11. Tak	0,32	906,2	289,98
12. Källare	0,37	906,2	335,29
<b>Aom &amp; Summa U*A</b>		<b>3206,40</b>	<b>2065,05</b>

Köldbrygga	Ψ (W/m, °C)	L (m)	Ψ*L
Källarvägg - Betongbjälklag - Betongvägg	0,09	170,00	16,04
blkg	0,91	91,20	82,99
bjälklag	0,96	590,00	566,40
fönster	0,15	878,00	131,70
tak	0,65	145,00	94,25
<b>Längd köldbrygga &amp; Summa Ψ*L</b>		<b>1874,20</b>	<b>891,38</b>

## Använda konstruktioner

### Typ 1.

Källaren

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

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

U-värde: 0,37 W/m<sup>2</sup>, °C

### Typ 2.

L204, Betongstomme med tätskikt

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m, °C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m, °C)
Betong	200	1,7		
Isover Plastfolie	1			
Isover Takunderskiva 37	100	0,037		
Luftspalt, väl ventilerad	100			
Tätskikt	1			

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

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

U-värde: 0,33 W/m<sup>2</sup>, °C

### Typ 3.

Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m, °C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m, °C)
Gipsskiva	13	0,25		
Glespanel	22	0,14		
Isover Plastfolie	1			
Isover UNI-skiva 36	95	0,036	12	0,14
Aspestecementskiva	5	0,6		
Luftspalt, svagt ventilerad	33			
Aspestecementskiva	5	0,6		

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

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

U-värde: 0,40 W/m<sup>2</sup>, °C

Typ 4.

Y208, Betongstomme, med tegel

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m, °C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m, °C)
Betong	150	1,7		
mineralull 0,037	95	0,037		
Tegel	120	0,6		

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

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

U-värde: 0,33 W/m<sup>2</sup>,°C

### Använda fönstertyper

Typ 5.

Fönster 3

U-värde: 2,80 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 6.

Fönster typ 4

U-värde: 2,80 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 7.

Fönster typ1

U-värde: 2,80 W/m<sup>2</sup>,K

Typ 8.

fönster typ2

U-värde: 2,80 W/m<sup>2</sup>,K

### Använda dörrtyper

Typ 9.

Porten

Totalarea: 3,9 m<sup>2</sup>

Dörrblad: 3,2 m<sup>2</sup>

U-värde dörrblad (Ug): 1,50 W/m<sup>2</sup>

U-värde karmdel (Uk): 1,50 W/m<sup>2</sup>

**Byggnadsytor - Bostad**

## Yta 1.

Yttervägg eternit Öst

Konstruktion: Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 90°

Nettoarea: 347,3 m<sup>2</sup>

## Yta 2.

Fönster 1

Konstruktion: Fönster typ1

Orientering: 90°

Nettoarea: 160,8 m<sup>2</sup>

## Yta 3.

Fönster 2

Konstruktion: fönster typ2

Orientering: 90°

Nettoarea: 33,6 m<sup>2</sup>

## Yta 4.

Fönster 3

Konstruktion: Fönster 3

Orientering: 90°

Nettoarea: 52,8 m<sup>2</sup>

## Yta 5.

Yttervägg eternit Väst

Konstruktion: Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 270°

Nettoarea: 459,7 m<sup>2</sup>

## Yta 6.

Fönster 2

Konstruktion: fönster typ2

Orientering: 270°

Nettoarea: 61,6 m<sup>2</sup>

## Yta 7.

Porten

Konstruktion: Porten  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 15,6 m<sup>2</sup>

## Yta 8.

Fönster 4

Konstruktion: Fönster typ 4  
Orientering: 270°  
Nettoarea: 57,6 m<sup>2</sup>

## Yta 9.

Yttervägg tegel Söder

Konstruktion: Y208, Betongstomme, med tegel  
Orientering: 180°  
Nettoarea: 102,5 m<sup>2</sup>

## Yta 10.

Yttervägg Tegel Norr

Konstruktion: Y208, Betongstomme, med tegel  
Orientering: 0°  
Nettoarea: 102,5 m<sup>2</sup>

## Yta 11.

Tak

Konstruktion: L204, Betongstomme med tätskikt  
Orientering: 0°  
Nettoarea: 906,2 m<sup>2</sup>

## Yta 12.

Källare

Konstruktion: Källaren  
Orientering: 0°  
Nettoarea: 906,2 m<sup>2</sup>



## 9.2 Fuktberäkningar

### 9.2.1 Tilläggsisolering av tak

Skickt	L(mm)	Labda	Delta (10 <sup>-6</sup> )	R	Z (10 <sup>3</sup> )	T (c)	Vs (g/m <sup>2</sup> )	V	RF (%)
ute						-0,7	4,58	3,9	0,86
			0,03		300				
takpapp					0	-0,64424523	4,62	4,08261965	0,88368391
					1000				
minull	220	0,038	20	5,78947368	11	-0,64424523	4,62	4,69135181	1,01544411
ekofiber	95	0,039		2,43589744	15	10,1154465	9,45	4,69804786	0,49714792
minull	100	0,038	20	2,63157895	5	14,642543	12,13	4,70717884	0,38806091
diff.tät	0,02					19,533312	16,78	4,7102225	0,28070456
					3000				
betong	200	1,8	1,5	0,11111111	133	19,533312	16,78	6,53641898	0,38953629
						19,7398111	16,98	6,61738035	0,38971616
inne					300				
				0,14		20	17,28	6,8	0,39
				11,1380612	4764				

## 9.2.2 Tilläggsisolering av vägg, thermoreflekt

Skickt	L(mm)	Labda	Delta (10 <sup>-6</sup> )	R	Z (10 <sup>3</sup> )	T (c)	Vs (g/m <sup>2</sup> )	V	RF (%)
ute						-0,7	4,58	3,9	0,85
				0,03	300				
cementb. Fasad	8	0,26	0,4	0,03076923	20	-0,63139867	4,62	4,05415282	0,87752226
cementb. Vind	4,5	0,26	0,4	0,01730769	11,25	-0,56103834	4,62	4,06442968	0,87974668
minull	95	0,037	20	2,56756757	4,75	-0,52146065	4,66	4,07021041	0,87343571
termoreflekt	4			3,64	2000	5,34982413	6,93	4,07265116	0,58768415
minull	95	0,037	20	2,56756757	4,75	13,6734519	11,84	5,10033666	0,43077168
plastfolie	0,2				3000	19,5447366	16,78	5,10277741	0,30409877
gips	13	0,22		0,05909091	3	19,5447366	16,78	6,64430565	0,39596577
inne				0,14	300	19,6798605	16,98	6,64584718	0,39139265
						20	17,28	6,8	0,39
				9,05230297	5643,75				

### 9.2.3 Tilläggsisolering av vägg, mineralull

Skickt	L(mm)	Labda	Delta (10 <sup>-6</sup> )	R	Z (10 <sup>3</sup> )	T (c)	Vs (g/m <sup>2</sup> )	V	RF (%)
ute						-0,7	4,58	3,9	0,85
				0,03	300				
cementb. Fasad	8	0,26	0,4	0,03076923	20	-0,62217919	4,62	4,13845416	0,8957693
cementb. Vind	4,5	0,26	0,4	0,01730769	11,25	-0,54236297	4,66	4,1543511	0,89149165
minull	190	0,037	20	5,13513514	9,5	-0,49746635	4,66	4,16329313	0,89341054
minull	95	0,037	20	2,56756757	4,75	12,8232131	11,19	4,17084418	0,3727296
plastfolie	0,02				3000	19,4835528	16,78	4,17461971	0,24878544
gips	13	0,22		0,05909091	3	19,4835528	16,78	6,5591613	0,39089161
inne				0,14	300	19,6316527	16,88	6,56154584	0,38871717
						20	17,28	6,8	0,39
				7,97987053	3648,5				

## 9.2.4 Tilläggsisolering av vägg, PIR

Skickt	L(mm)	Labda	Delta (10 <sup>-6</sup> )	R	Z (10 <sup>3</sup> )	T (c)	Vs (g/m <sup>2</sup> )	V	RF (%)
ute						-0,7	4,58	3,9	0,85152838
PIR	120	0,023		5,2173913	2000	-0,62251109	4,62	4,23362094	0,91636817
minull	95	0,037	20	2,56756757	4,75	12,8538215	11,27	6,45776052	0,57300448
gips	13	0,22		0,05909091	3	19,4857554	16,78	6,46304285	0,38516346
inne				0,14	300	19,6383851	16,88	6,46637906	0,38307933
				8,01404978	2607,75	20	17,28	6,8	0,39351852

## 9.2.5 Tilläggsisolering av gavel

Skick	L (mm)	Labda	Delta (10 <sup>-6</sup> )	R	Z (10 <sup>3</sup> )	T (c)	Vs (g/m <sup>2</sup> )	V	RF (%)
ufe				0,03	300	-0,7	4,58	3,9	0,85
Puts	3	1	2	0,003	1,5	-0,59165151	4,62	4,6793953	1,01285612
cellplast	100	0,037	0,3	2,7027027	333,33	-0,58081666	4,62	4,68329227	1,01369963
tegel	120	0,6	4,5	0,2	26,67	9,18030899	8,93	5,54927839	0,62141975
minull	95	0,037	20	2,56756757	4,75	9,90263229	9,34	5,61856663	0,6015596
betong	150	1,7	1	0,08823529	150	19,1757016	16,48	5,63090705	0,34168125
inne				0,14	300	19,4943737	16,78	6,0206047	0,35879647
				5,73150556	1116,25	20	17,28	6,8	0,39

## 9.3 Bilaga 2. Investerings kalkyler

### 9.3.1.1 Byte av fönster

Fönster:	Mängd	Enhet	Material	Arbete	Underentreprenader	å-pris
			Summa kr	Timmar	Summa kr	
Fönster 12*12 av aluminiumklätt trä, horisontalhängt	1	st	4517	1,05		
Drevning med mineralull	4,8	m	37,44	0,34		
Invändig smygpanel 15*118	4,8	m	137,76	0,58		
Foder 12*43 fabriksmålat	5,2	m	81,9	0,47		
Elastisk fog grupp 58 B=15	4,8	m			326,4	
Lackat aluminium-fönsterbläck B=250					373,2	
Arbetslön á 170 kr				414,8		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				1070,184		
Omkostnadspålägg 6% på UE					41,976	
Summa för ett fönster			4774,1	1484,984	741,576	7000,66
Antal fönster	164	st				
Totala investering						1148108,24

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

### 9.3.1.2 Tilläggsisolering av källare

Källare:	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
100 celplast-dränskiva-SDF punktklistrad	0,5	m2	55,6	0,045		
8 cementspånskiva	0,5	m2	30	0,15		
Jordschakt 0,2 m3/m	1	m			69,8	
Arbetslön á 170 kr				33,15		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				85,527		
Omkostnadspålägg 6% på UE					4,188	
Summa per m			85,6	118,677	73,988	278,265
Antal m	170,232					
Totala investering						47369,60748

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

### 9.3.1.3 Byte av tak

Byte av tak:	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
Tätskikt TY 1521	1	m2			172	
Underlagspapp UT typ 112	1	m2	29,05	0,07		
22 råspontad panel	1	m2	60,8	0,18		
Utsalning för fall	2	m	18,93	0,28		
45*195 åsar K24 c 600	2	m	71,7	0,24		
50 mineralullsmatta - 37	1	m2	26,6	0,06		
170 mineralullsskiva - 37	1	m2	63,5	0,07		
170 mineralullsskiva - 37	1	m2	63,5	0,07		
0,20 säkerhetsfolie	1	m2	16,85	0,05		
Rivningskostnad	1	m2	157	0,14		
Arbetslön á 170 kr				197,2		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				508,776		
Omkostnadspålägg 6% på UE					10,32	
Summa per m2			507,93	705,976	182,32	1396,226
Antal m2	914,66					
Totala investering						1277072,073

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)



### 9.3.1.4 Tilläggsisolering av tak

Tilläggsisolering av tak:	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
Tätskikt TY 1521	1	m2			172	
Underlagspapp UT typ 112	1	m2	29,05	0,07		
22 råspontad panel	1	m2	60,8	0,18		
Utsalning för fall	2	m	18,93	0,28		
45*195 åsar K24 c 600	2	m	71,7	0,24		
50 mineralullsmatta - 37	1	m2	26,6	0,06		
170 mineralullsskiva - 37	1	m2	63,5	0,07		
95 sprutad cellulosa-40 45 kg/m3	1	m2			82	
Arbetslön á 170 kr				153		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				394,74		
Omkostnadspålägg 6% på UE					15,24	
Summa per m2			270,58	547,74		1087,56
Antal m2	914,66					
Totala investering						994747,6296

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

### 9.3.1.5 Inbyggnad av balkong

Utfackningsvägg: Balkong	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
Isolering-37 95mm (b=410)	1	m2	42,15	0,08		
träregel 45x95 cc450	4	m	56,8	0,18		
Plastfolie 0,2	1	m2	4,65	0,05		
Gips 13mm	1	m2	28,65	0,18		
Arbetslön á 170 kr				83,3		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				214,914		
Omkostnadspålägg 6% på UE					0	
Summa			132,25	298,214	0	430,464
Antal m2	224,9856					
Totala investering						96848,20132

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

### 9.3.1.6 Tilläggsisolering av utfackningsvägg

Tilläggsisolering av Utfackningsvägg: Mineralull	Mängd	Ehhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
Minerit fasadskiva 8mm	1	m2	120,65	0,3		
Ventilerad fasadläkt 25/70 cc600	3	m	66	0,08		
Minerit vindskiva 4,5	1	m2	61,35	0,13		
Mineralullsskiva-37 2st 95mm (b=455)	1	m2	84,4	0,08		
Skyp 195 golv-tak	1	m	58,95	0,11		
RY 195-1,2 stål	3	m	159,3	0,27		
Rivning av fasad skickt	1	m <sup>2</sup>				
Hakställning (2 mån)	1,15	m2			115	
Arbetslön á 170 kr				164,9		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				425,442		
Omkostnadspålägg 6% på UE					6,9	
Summa			550,65	590,342	121,9	1262,892
Antal m2	1190,16					
Totala investering						1503043,543

Tilläggsisolering av Utfackningsvägg: Termo	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
Minerit fasadskiva 8mm	1	m2	120,65	0,3		
Ventilerad fasadläkt 25/70 cc600	3	m	66	0,08		
Minerit vindskiva 4,5	1	m2	61,35	0,13		
Isolering-37 95mm (b=455)	1	m2	42,2	0,08		
ER Ståltrekar 95mm	3	m	40,2	0,18		
SK Golvskena 95mm	0,5	m	9,13	0,04		
SK Takskena 95mm	0,5	m	6,2	0,04		
Termorefleks 4mm	1	m2	74,75	0,15		
Reglar	3	m	66	0,08		
Rivning av fasadskickt	1	m2			120	
Hakställning (2 mån)	1,15	m2			115	
Arbetslön á 170 kr				183,6		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				473,688		
Omkostnadspålägg 6% på UE					14,1	
Summa			486,48	657,288	249,1	1392,868
Antal m2	1190,16					
Totala investering						1657735,779

Tilläggsisolering av Utfackningsvägg: PIR	Mängd	Enhet	Summa kr	Timmar	Summa kr	å-pris
PIR 120 lambda=0,023	1	m2	182,93	0,3		
Rivning av fasad skickt	1	m2			120	
Hakställning (2 mån)	1,15	m2			115	
Arbetslön á 170 kr				51		
Omkostnadspålägg 258% på lönen				131,58		
Omkostnadspålägg 6% på UE					14,1	
Summa			182,930556	182,58	249,1	614,6105556
Antal m2	1190,16					
Totala investering						731484,8988

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)

### 9.3.1.7 Tilläggsisolering av gavel

Tilläggsisolering av Gavel:		Mängd	Enhet	Material:	Summa kr	Arbete:	Timmar	Underentreprenader:	å-pris
				Enh.-pris		Tim/Enh		Enh.-pris	Summa kr
	100 mm Cellplast S100	1	m2	71,00	71,00	0,07	0,07		
	Akrylputs	1	m2	67,00	67,00	0,2	0,2		
	Grundning	1	m2	12,65	12,65	0,1	0,1	120	120
	Hakställning (2 mån)	1,15	m2					115	115
	Arbetslön á 170 kr						62,9		
	Omkostnadspålägg 258% på lönen						162,282		
	Omkostnadspålägg 6% på UE								14,1
	Summa				150,65		225,182		249,1
	Antal m2	205							
	Totala investering								128111,06

(Sektionsfakta®-NYB 08/09, 2008)



















**Resultat från energiberäkning**

2010-05-10 12:45

**Drottninghög Förbättrad****Sammanfattning**

Klimatzon:	Söder	Ort:	Lund
Bostadsarea:	2120,0	Lokalarea:	0,0

Beräknad specifik energianvändning:	96 kWh/m <sup>2</sup> .år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning:	110 kWh/m <sup>2</sup> .år

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

**Klaras kraven?**

Den beräknade specifika energianvändningen är 13% 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

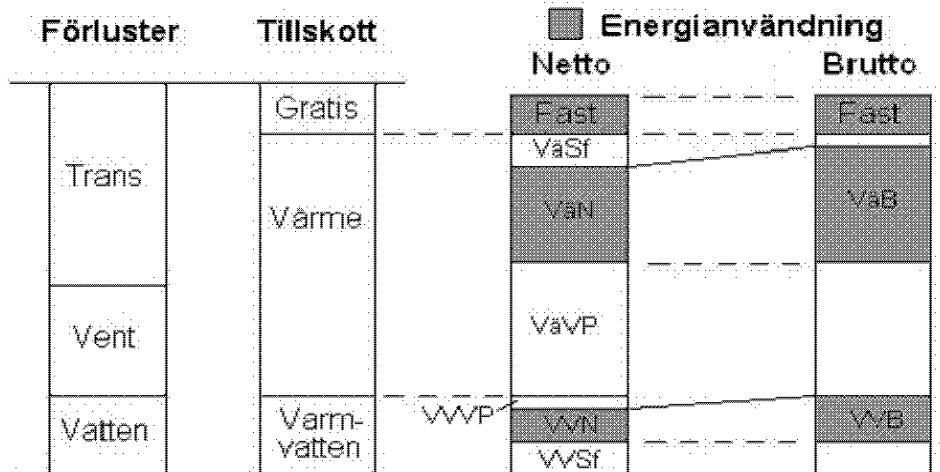
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

### Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSf	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
VaN	Värme Netto = Värme - VaSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VäB	Värme Brutto = VVN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVB / nVV

## Principfigur

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





## BOSTAD

### Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Netto	
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäN + VVN
Jan	10942	19520	6625	10018	20444	6625	1529	27621
Feb	10178	18157	5984	10293	18042	5984	1381	24516
Mar	9737	17371	6625	12906	14202	6625	1529	21252
Apr	7623	13599	6411	14570	6652	6411	1479	13330
Maj	4878	8703	6625	11044	2537	6625	1529	9349
Jun	3025	5396	6411	7548	873	6411	1479	7433
Jul	2017	3598	6625	5225	390	6625	1529	7158
Aug	2274	4056	6625	5866	464	6625	1529	7233
Sep	3831	6834	6411	9038	1627	6411	1479	8202
Okt	6400	11418	6625	11098	6720	6625	1529	13617
Nov	8261	14737	6411	10789	12209	6411	1479	19000
Dec	10339	18445	6625	9862	18922	6625	1529	26068
<b>Totalt</b>	<b>79505</b>	<b>141834</b>	<b>78000</b>	<b>118257</b>	<b>103082</b>	<b>78000</b>	<b>18000</b>	<b>184778</b>

### Indata

	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	20	0
Infiltration , omsättningar / h	0,15	0
Ventilation , omsättningar / h	0,6	0
Värmeväxling, %	0	0
Hushållsel/Verksamhetsel, kWh/år	60000	0
Fastighetsel , kWh / år	18000	0
Antal personer, genomsnitt, st	54,6	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning , kWh / år	78000	0
Verkningsgrad för värme, %	98	0
Verkningsgrad för varmvatten, %	98	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

Golvyta, m<sup>2</sup>: 2120,0

Volym, m<sup>3</sup>: 5300,00

Yta	Area, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> , °C	Orientering, °
Källare	906,2	0,28	
Yttervägg etemit Öst	460,1	0,13	90
Fönster 2	134,4	0,90	
Yttervägg etemit Väst	483,7	0,13	270
Fönster 2	95,2	0,90	
Porten	15,6	1,50	
Yttervägg Tegel Norr	102,5	0,17	0
Yttervägg tegel Söder	102,5	0,17	180
Tak	906,2	0,09	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Källarvägg - Betongbjälklag - Betongväg	170,00	0,09

## Resultat från Um-beräkning

2010-05-10 12:46

### Drottninghög Förbättrad, Bostad - Utomhus

#### Sammanfattning

$U_m = (\text{Summa } U * A + \text{Summa } \Psi * L) / A_{om} = 0,23 \text{ W/m}^2, \text{ } ^\circ\text{C}$

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

#### Byggnaden uppfyller kraven på värmeisolering.

Yta	U (W/m <sup>2</sup> , °C)	A (m <sup>2</sup> )	U*A
1. Yttervägg eternit Öst	0,13	460,1	59,81
2. Fönster 2	0,90	134,4	120,96
3. Yttervägg eternit Väst	0,13	483,7	62,88
4. Fönster 2	0,90	95,2	85,68
5. Porten	1,50	15,6	23,40
6. Yttervägg tegel Söder	0,17	102,5	17,43
7. Yttervägg Tegel Norr	0,17	102,5	17,43
8. Tak	0,09	906,2	81,56
9. Källare	0,28	906,2	253,74
<b>Aom &amp; Summa U*A</b>		<b>3206,40</b>	<b>722,88</b>

Köldbrygga	Psi (W/m, °C)	L (m)	Psi*L
Källarvägg - Betongbjälklag - Betongvägg	0,09	170,00	16,04
<b>Längd köldbrygga &amp; Summa Psi*L</b>		<b>170,00</b>	<b>16,04</b>

## Använda konstruktioner

### Typ 1.

Källaren

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

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

U-värde: 0,28 W/m<sup>2</sup>,°C

### Typ 2.

L204, Betongstomme med tätskikt

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Betong	200	1,7		
Isover Plastfolie	1			
Isover Takunderskiva 37	100	0,037		
Ekofiber	95	0,039		
Isover Takunderskiva 37	170	0,037		
Isover Takunderskiva 37	50	0,037		
Luftspalt, väl ventilerad	40			
Trä	22	0,14		
Underlagspapp	2			
Tätskikt	1			

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

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

U-värde: 0,09 W/m<sup>2</sup>,°C

### Typ 3.

Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Skiktmaterial	Tjocklek (mm)	Lambda (W/m,°C)	Reglar (%)	Regel-lambda (W/m,°C)
Gipsskiva	13	0,25		
Glespanel	22	0,14		
Isover Plastfolie	1			
Isover UNI-skiva 36	95	0,036	12	0,14
PIR 120	120	0,023		

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

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

U-värde: 0,13 W/m<sup>2</sup>,°C

Typ 4.

Y208, Betongstomme, med tegel

<b>Skiktmaterial</b>	<b>Tjocklek (mm)</b>	<b>Lambda (W/m,°C)</b>	<b>Reglar (%)</b>	<b>Regel-lambda (W/m,°C)</b>
Betong	150	1,7		
mineralull 0,037	95	0,037		
Tegel	120	0,6		
Isover Takunderskiva 37	100	0,037		
Puts	3	1		

Värmeövergångsmotstånd inne Rsi: 0,13 m<sup>2</sup>,°C/WVärmeövergångsmotstånd ute Rse: 0,04 m<sup>2</sup>,°C/WU-värde: 0,17 W/m<sup>2</sup>,°C

### Använda fönstertyper

Typ 5.

fönster typ2

U-värde: 0,90 W/m<sup>2</sup>,K

### Använda dörrtyper

Typ 6.

Porten

Totalarea: 3,9 m<sup>2</sup>Dörrblad: 3,2 m<sup>2</sup>U-värde dörrblad (Ug): 1,50 W/m<sup>2</sup>U-värde karmdel (Uk): 1,50 W/m<sup>2</sup>

**Byggnadsytor - Bostad**

## Yta 1.

Yttervägg eternit Öst

Konstruktion: Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 90°

Nettoarea: 460,1 m<sup>2</sup>

## Yta 2.

Fönster 2

Konstruktion: fönster typ2

Orientering: 90°

Nettoarea: 134,4 m<sup>2</sup>

## Yta 3.

Yttervägg eternit Väst

Konstruktion: Y204, Träregelstomme, ventilerat putssystem

Orientering: 270°

Nettoarea: 483,7 m<sup>2</sup>

## Yta 4.

Fönster 2

Konstruktion: fönster typ2

Orientering: 270°

Nettoarea: 95,2 m<sup>2</sup>

## Yta 5.

Porten

Konstruktion: Porten

Orientering: 270°

Nettoarea: 15,6 m<sup>2</sup>

## Yta 6.

Yttervägg tegel Söder

Konstruktion: Y208, Betongstomme, med tegel

Orientering: 180°

Nettoarea: 102,5 m<sup>2</sup>

## Yta 7.

### Yttervägg Tegel Norr

Konstruktion: Y208, Betongstomme, med tegel

Orientering: 0°

Nettoarea: 102,5 m<sup>2</sup>

## Yta 8.

### Tak

Konstruktion: L204, Betongstomme med tätskikt

Orientering: 0°

Nettoarea: 906,2 m<sup>2</sup>

## Yta 9.

### Källare

Konstruktion: Källaren

Orientering: 0°

Nettoarea: 906,2 m<sup>2</sup>