

Energieffektivisering av miljonprogrammet

– Flerbostadshus av lamelltyp



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola
LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Byggnadsvetenskap / Byggnadskonstruktion

Examensarbete:
Patrik Lilieblad
Christofer Stenhoff

© Copyright Patrik Liliebladh, Christofer Stenhoff

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 2011

Sammanfattning

Miljonprogrammet var en tidsperiod i svensk byggnadshistoria där en miljon bostäder skulle produceras under kort tid till förmånliga kostnader. För att åstadkomma denna bostadsvolym fick nya tillverkningsmetoder se dagens ljus. Prefab, standardiseringar och snabba produktionsflöden gick före låg energianvändning då de rådande energipriserna var låga.

Huset som denna rapport har valt att granska är ett trevåningslamellhus från miljonprogrammets senare del. Rapportens syfte är att ta fram tre olika renoveringspaket med inriktning på energieffektivisering. Paketerna är redovisade med beräknad energieffektivisering med hjälp Isover Energi 3 och kostnaderna är redovisade med hjälp av bland annat Peabs kostnadskalkylator MAP.

Resultatet visar att det går att sänka husets energianvändning drastiskt och till en nivå där många nyproducerade flerfamiljshus inte ens är idag. Kostnaden är det som kommer styra valet av lösning, men det finns alternativ där både energibesparing och ekonomi går ihop.

Delarna i paketen är separat redovisade och bedömda enligt ett i rapporten definierat urvalssystem där energi, kostnader, boendepåverkan, miljöpåverkan och renoveringsbehov jämförs.

Nyckelord: Miljonprogrammet, Energieffektivisering, Lamellhus, Energibesparing, Linero, LKF

Abstract

The “miljonprogrammet” was a period in Swedish construction history where a million new homes were produced during a short period of time at reasonable costs. To achieve this task was a new construction processes to emerge. When the current energy prices were low prefab, standardization and rapid production flows was higher priority than low energy efficiency.

The house which this report has chosen to review is a three-story “lamellhus” built in the latter part of the “miljonprogram”. This report's goal is to produce three different renovation solutions with a focus on energy efficiency. The solutions are presented with calculated energy expenditure using Isover Energy 3 and costs are calculated using Peab's cost calculator MAP.

The result shows that it is possible to reduce the building's energy consumption dramatically to a level where many new produced apartment houses are not even today. The cost is what will guide the choice of solution, but there are alternatives in which both energy and economy go together.

The parts in the solutions are separately defined and compared using the selection system defined in the report. The system takes into account energy costs, resident impact, environmental impact and renovation needs.

Keywords: Miljonprogrammet, Energieffektivisering, Lamellhus, Energibesparing, Linero, LKF

Förord

Denna rapport är resultatet av vårt examensarbete på högskoleingenjör - utbildningen Byggteknik med arkitektur vid LTH.

Vi vill rikta ett stort tack till de som har hjälpt oss under arbetets gång: vår handledare Magnus Jarebrant, arbetschef på Peab som hjälpt och styrt oss i vårt arbete.

Markus Nilsson, fastighetsingenjör på LKF som gett oss information och statistik från LKF.

Arkivarien på byggnadsnämnden i Lund som hjälpt oss leta fram ritningar över husen.

Boris Kozic på demoleringsföretaget LK Vision AB som hjälpt oss ta fram kostnader för rivning.

vår examinator Lars Sentler, professor vid LTH.

Vi har gemensamt arbetat fram de olika texterna genom att bolla texter och idéer fram och tillbaka under arbetets gång och kan därmed inte specificera exakt vem som skrivit vad.

Lund, maj 2011

Patrik Liliebladh
Christofer Stenhoff

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Metod	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Syfte	2
1.5 Målsättning	2
2 Huset idag	3
2.1 Området	3
2.2 Husen	3
2.3 LKF	4
2.4 Tidigare åtgärder	4
2.5 Iöver Energi 3	5
3 Teknisk beskrivning samt problemställning	6
3.1 Tak	6
3.1.1 Problemställning tak	6
3.2 Utfackningsväggar, norr och söder	6
3.2.1 Problemställning utfackningsväggar	7
3.3 Gavlar, öst och väst	7
3.3.1 Problemställning gavlar	7
3.4 Fönster och dörrar	7
3.4.1 Problemställning fönster och dörrar	7
3.5 Källare	8
3.5.1 Problemställning källare	8
3.6 Ventilation	8
3.6.1 Problemställning ventilation	8
3.7 Köldbryggor	8
3.7.1 Problemställning köldbryggor	8
3.8 Värme-/Tappvärmesystem	9
3.8.1 Problemställning värme-/tappvärmesystem	9
4 Urval	10
4.1 Miljö	10
4.2 Ekonomi	10
4.3 Komfort	11
4.4 Renovering	11
4.5 Boendepåverkan	12
5 Åtgärdspaket	13
5.1 Alternativ 1	13
5.2 Alternativ 2	14
5.3 Alternativ 3	15

6 Lösningar	16
6.1 Fönster och dörrar	16
6.1.1 Fönster.....	16
6.1.2 Dörrar.....	16
6.1.3 Alternativ.....	17
6.1.4 Urvalsbedömning.....	18
6.2 Tilläggsisolering av utfackningsväggen	18
6.2.1 Tilläggsisolera utsidan.....	18
6.2.2 Tilläggsisolera insidan.....	19
6.2.3 Urvalsbedömning.....	19
6.3 Tilläggsisolering av gavelväggar	20
6.3.1 Urvalsbedömning.....	20
6.4 Tilläggsisolera taket	21
6.4.1 Urvalsbedömning.....	21
6.5 Värmeuppgradering	22
6.5.1 Uppgradering av radiatorer.....	22
6.5.2 Göra husen självförsörjande av värme och varmvatten.....	22
6.5.3 Urvalsbedömning.....	23
6.6 Installation av FTX-system	23
6.6.1 För- och nackdelar med FTX.....	23
6.6.2 Urvalsbedömning.....	24
6.7 Köldbrygga	24
6.7.1 Beskrivning.....	24
6.7.2 Åtgärd.....	25
6.7.3 Urvalsbedömning.....	27
7 Urvalssammanställning	28
7.1 Åtgärdspaketet	28
8 Ekonomi	30
8.1 Alternativ 1	30
8.2 Alternativ 2	30
8.3 Alternativ 3	31
8.4 Sammanställning	31
9 Diskussion	32
9.1 Alternativen	32
9.1.1 Alternativ 1.....	32
9.1.2 Alternativ 2.....	33
9.1.3 Alternativ 3.....	33
9.2 Sammanställning av alternativ	33
9.3 Övrigt	34
9.4 Slutsats	35
10 Källförtäckning	36
10.1 Tryckta källor	36

10.2 Elektroniska källor	36
10.3 Muntliga källor.....	37
10.4 Bilagor	37
10.4.1 Bilaga 1: Energistatistik, från LKF.....	38
10.4.2 Bilaga 2: A-ritningar från LKF	39
10.4.3 Bilaga 3: FTX, beräkningar.....	41
10.4.4 Bilaga 4: K-ritningar	44
10.4.5 Bilaga 5: Kostnads kalkyl, Peab	49
10.4.6 Bilaga 6: Ytor.....	53
10.4.7 Bilaga 7: Isover beräkningar.....	54
10.4.8 Bilaga 8: Rivning	74
10.4.9 Bilaga 9: Ekonomi, nuvärdesmetoden	77
10.4.10 Bilaga 10: U-Norm, Köldbrygga balkongvägg	78

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under 50 och början av 60-talet rådde en bostadskris i Sverige, en stor del av de befintliga bostäderna var också i dåligt skick. Därför togs det ett riksdagsbeslut 1965 som gick ut på att det skulle byggas en miljon nya bostäder och därigenom förbättra bostadsstandarden i landet samt råda bot på den rådande bostadsbristen. Bostadsbyggandet under perioden efter beslutet (1965 - 1975) kallas därför miljonprogrammet. Det var framförallt billiga lägenheter som behövdes och de skulle byggas snabbt¹.

Idag är många av de här husen i stort behov av renovering eftersom de har stått i ungefär 40 år. De hus som är i störst behov är främst flerfamiljshusen som ligger i förortererna. Underhållet har ofta varit minimalt och de har inte ansetts vara så intressanta att renovera då de inte ligger i attraktiva områden om man ser till bostadsmarknaden.

Under oljekrisen 1973 blev man mer uppmärksam på att spara energi. Men eftersom att miljonprogrammet i stort sett var över var energiförbrukningen ingen stor fråga under projektering och bygge av husen². Det användes ofta inte mer än 100 mm isolering i väggarna och det finns ofta stora köldbryggor. Lufttätheten är oftast väldigt dålig eftersom plasten som man använde inte var beständig, utan har vittrat sönder under åren.

Husen vi har tittat på ligger på Linero i Lund, det är ett område med 28 lamellhus som byggdes i början av 70-talet. Sedan uppförandet har viss underhållsrenovering och energieffektivisering utförts.

¹ Nationalencyklopedin: *Miljonprogrammet*, www.ne.se, 2011-04-24

² Nationalencyklopedin: *Oljekris*, www.ne.se, 2011-04-24

1.2 Metod

Vi ska börja med att hitta information och läsa in oss på byggnader som är liknande det hus vi ska jobba med. Byggnader som är från samma tidsperiod och med samma typ av konstruktion. För att bilda en så tydlig och exakt bild som möjligt av vårt hus ska vi försöka få fram ritningar av byggnaden, och kommer då att vända oss till Lunds kommunala fastighetsbolag (LKF) och byggnadsnämnden. När vi har en bra bild av vårt ursprungshus ska vi titta på vilka olika åtgärder man kan göra på byggnaden för att minska energiförbrukningen. För att kunna jämföra de olika åtgärderna och bedöma energibesparingen de ger kommer vi använda oss av energiberäkningsprogrammet Isover energi 3³ och ett program för att beräkna köldbryggor som heter u-norm⁴. När vi har flera olika alternativ till åtgärder ska vi räkna på de olika lösningarna, dels ur energisynpunkt men också ur ekonomisk synpunkt för att ta reda på vilka åtgärder som kan vara rimliga att vidta.

1.3 Avgränsningar

Arbetet kommer inte beröra eller ta i beaktning risk för fortskridande ras, brandkrav eller ljudkrav i byggnaden. Kostnader för projektering, förflyttning av boende eller etablering kommer inte tas upp i beräkningar. Vidare kommer inte arbetet beröra vilka energialternativ som ger mer eller mindre miljöpåverkan, kWh åtgången kommer definieras miljöbelastning. Värmesystemet med anslutning till fjärrvärmenätet kommer vi inte att ta fram lösning för.

1.4 Syfte

Skapa en bild över husets brister samt redovisa olika förslag till renoveringspaket. Samt skapa en bild över vad olika åtgärder gör för utslag enligt bedömningskriterier gentemot investerat kapital och med denna information föreslå den de mest effektiva och ekonomiskt godtagbara renoverings- eller förbättringsåtgärderna.

1.5 Målsättning

Att arbeta fram ett underlag för fastighetsägaren med förbättringsåtgärder som visar på olika stora åtaganden och dess kostnad jämfört med energibesparing och med hänseende till de boende och till miljöbelastningen.

³ Isover: *Hjälpmedel, Beräkningsprogram*, www.isover.se, 2011-05-09

⁴ GAD Byggnadsfysik: *Unorm*, www.gadbyggnadsfysik.se, 2011-05-09

2 Huset idag

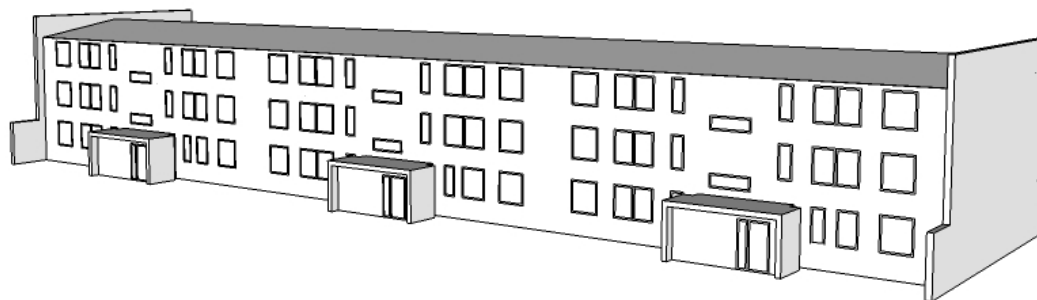
2.1 Området

Vikingavägen ligger i sydöstra Lund i ett område som heter Linero. Området har länge varit ganska oattraktivt och med dåligt rykte, beläget i Lunds utkant. Allt eftersom staden expanderat under de senare åren har området blivit mindre avskärmat och anses inte lika oattraktivt längre. I områdena runt omkring där det tidigare i stort sett bara varit åkrar, har det nu byggts villaområden. LKF planerar en upprustning av Linero centrum, där LKF planerar att bygga två punkthus med sammanlagt 60-70 nya lägenheter. Det skulle innebära ett lyft för hela området⁵.

2.2 Husen

Byggnaderna på Vikingavägen i Lund är typiska miljonprogramhus. De är trevåningslamellhus med bärande innerväggar och gavlar i betong och utfackningsväggar längs långsidorna. Området består av 28 huskroppar med en sammanlagd boarea på drygt 46 000 m². Energiåtgången för värme, varmvatten och fastighetsel har de senaste fem åren legat runt 200 kWh/m².år enligt energistatistik från LKF. (Se bilaga 1: energistatistik, LKF)

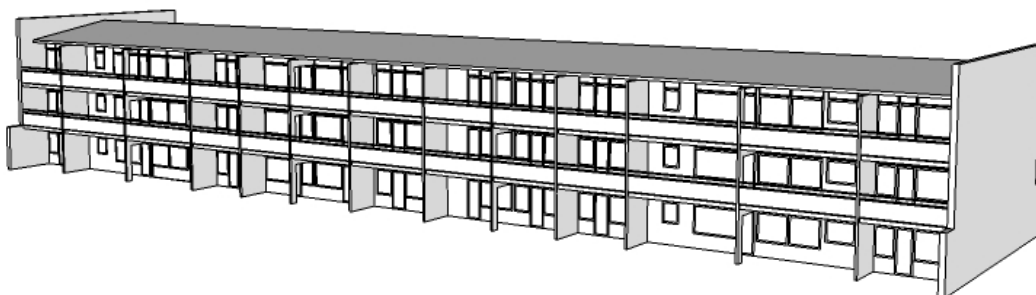
Isoleringen är av typiska mått för rådande byggtid⁶, med 95 mm mineralull i utfackningsväggarna och 100 mm cellplast i gavlarna, i taket finns en isolering på 130 mm mineralull och fönstren består av kopplade 1+1 fönster. Alla husen är orienterade åt samma håll, med entrésidan mot norr. På den södra fasaden sitter balkonger som går längs hela fasaden. (Se bilaga 4: k-ritningar)



Figur 1 Entrésida mot norr

⁵ LKF: *Nybyggnation, Planerade projekt*, www.lkf.se, 2011-04-24

⁶ Björk, Cecilia och Kallstenius, Per och Reppen, Laila (2003): *Så byggdes husen 1880-2000*, Forskningsrådet Formas, plats, ISBN 91-540-5888-0



Figur 2 Balkongsida mot söder

2.3 LKF

Byggnaderna ägs av LKF som är ett kommunägt fastighetsbolag. Till skillnad från privatägda fastighetsbolag har LKF inte samma avkastningskrav utan de har som främsta uppgift att förse lundabor med kvalitativa bostäder till en rimlig kostnad⁷. LKF jobbar aktivt med sitt miljöarbete där de på olika sätt försöker minska sin totala förbrukning av el, värme och vatten utan att försämra inneklimatet⁸.

2.4 Tidigare åtgärder

Det har gjorts vissa renoveringar av området, då man har tagit energianvändning i beaktning. År 2005 valde LKF att renoverade fönstren på husens norrsida, LKF bytte ut det yttre glaset till energiglas (glas med beläggning). LKF valde även att koppla ihop frånluftsystemen till en fläkt per hus istället för en fläkt per port. Under 2006 monterade man snålspolande utrustning på duschmunstycken och kranar, även termostatventiler byts regelbundet. LKF gör alltså kontinuerligt både större och mindre åtgärder för att minska energiåtgången⁹.

⁷ LKF: *Om LKF*, www.lkf.se, 2011-04-24

⁸ LKF: *Om LKF, Vårt miljöarbete*, www.lkf.se, 2011-04-24

⁹ Nilsson, Markus, Fastighetsingenjör, LKF (2011): *Personlig kommunikation* (2011-02-14)

2.5 Isover Energi 3

Med hjälp av energiberäkningsprogrammet Isover Energi 3 har vi försökt göra en modell av huset som ska vara så lik verkligheten som möjligt. För att få en så riktig modell med så riktiga värden som möjligt har vi använt oss av flera olika hjälpmedel och källor. Från LKF har vi fått statistik över de senaste årens energiåtgång, energi som gått till värme, varmvatten samt fastighetsel (Se bilaga 1: energistatistik, LKF). Med hjälp av k-ritningar som hämtats på stadsbyggnadsnämnden i Lund har en bild skapats över hur huset är uppbyggt och konstruerat samt val av anslutnings lösningar. Med hjälp av denna information har en digital modell tagits fram och de olika köldbryggorna intrigerats. Köldbryggorna har antingen definierats med hjälp av Isover Energi 3:s färdiga köldbryggsmallar, eller där det programmet inte har varit tillräckligt har programmet U-Norm används. Från statistiska centralbyrån har medelantalet boenden per lägenhet hämtas.

För modellen som skapats hamnar energianvändning ganska nära de siffror LKF angivit. Enligt LKF ligger energiåtgången på ca 200 kWh/m².år och med vår modell landar på 188 kWh/m².år. Avvikelsen från det verkliga värdet beror troligtvis på flera olika parametrar. Det som antagligen orsakar den största skillnaden är det centrala värmesystemet för området, siffrorna LKF har angivit är medelvärde för hela området och eftersom området är uppbyggt utav två huvudcentraler där fjärrvärmens tas emot och sen fördelar den ut till alla de 28 byggnaderna i dess egna kulvertar går antagligen värme förlorad i dessa. Även vid samtal med LKF berättar de att de antagligen har vissa förluster i dessa kulvertar. Andra faktorer som påverkar vårt resultat är att det är svårt att få exakta värden för köldbryggor i bägge programmen vi använt. Vi har också valt att inte räkna med den lilla entréutbyggnaden vid portarna, vilket skulle kunna göra en liten inverkan på resultatet.

Att siffrorna inte stämmer helt överrens med verkligheten har inte så stor betydelse då det är förbättringen från modell som används i beräkningarna, besparingen i kWh/m².år blir densamma även om man ändrar utgångsvärdet.

3 Teknisk beskrivning samt problemställning

Nedan kommer beskrivning av tekniska lösningarna för de olika byggnadsdelarna samt problemen som uppstår vid en renovering av dessa. De har tagits fram genom analys av k- och a-ritningar samt div. litteratur berörande denna byggnadsmässiga tidsepok.

3.1 Tak

Taket är uppbyggt som ett låglutande sadeltak med papptäckning på råspont, uppburet av fackverkstakstolar av trä. Taket är mekaniskt ventilerat med öppningar under fotplåten mot norr och söder, det kan således betraktas som ett kalltak (Se bilaga 4: k-ritningar). Takkonstruktionen vilar på ett betongbjälklag som mot norr slutar vid fasadlivet och mot söder fortsätter nästan 1 meter ut. Bjälklaget är isolerat med 130 mm mineralull. För att bryta köldbryggan vid vindsbjälklaget bryts bjälklaget av med 40 mm tjock isolering, både mot norr- och södersidan (Se bilaga 4: k-ritningar).

3.1.1 Problemställning tak

Om taket inte är i behov av renovering är det antagligen svårt att motivera en höjning av taket då det kostar ganska mycket. Utan att höja taket kan det vara svårt att komma åt att isolera med mer än ca 100 mm och även det kan vara problematiskt då arbetet måste utföras i trånga utrymmen. Vid ökning av isolering kan det bli fuktproblem i kalltaket, även vid så liten ökning som 100 mm.

3.2 Utfackningsväggar, norr och söder

Ytterväggarna i riktning norr och söder består av utfackningsväggar uppbyggda av en 95 mm regelstomme med 95mm isolering, plastfolie och gips inåt. Utåt består utfackningsväggarna av en asfaltsboard följt av en ventilerad skalmur av betong mot norr och internit mot söder. Även här är mellanbjälklaget isolerat med 40 mm isolering mot norr och balkongplattan är också bruten med 40 mm isolering. De bärande mellanväggarna är mot norr är isolerade som bjälklaget men mot söder går de obrutna ut genom väggen och bär upp balkongplattorna. Vissa av de obrutna mellanväggarna är urtagna till följd av sammanhängd balkong men även där går en vägg bit av ca 500 mm obruten betong ut genom väggen (Se bilaga 4: k-ritningar).

3.2.1 Problemställning utfackningsväggar

Ett stort problem med att tilläggsisolera och förbättra ytterväggarna är att få bygglov till att göra några större förändringar i byggnadens utseende. Att montera ner den befintliga fasaden, tilläggsisolera och sedan bygga upp den igen skulle antagligen bli ganska dyrt då det rör sig om stora tunga betongskivor. Att tilläggsisolera på insidan leder till att den befintliga väggen blir kallare och får en högre fuktkvot som kan leda till fuktproblem. Det inkräktar också på boendearian. Vid tilläggsisolering måste man också ta hänsyn till värmesystemet och radiatorer som måste flyttas ifall väggen byggs på inåt.

3.3 Gavlar, öst och väst

Gavlarna i riktning öst och väst består inifrån och ut av 100mm bärande betongvägg, inklädd i 100mm isolering följt av 80mm betongfasadskiva. Ändstyckena på den bärande inre betongväggen är klädda med 40 mm isolering. Denna vägg går från grundmur ända upp över taknock och utgör där av också takets ändgavlar (Se bilaga 4: k-ritningar).

3.3.1 Problemställning gavlar

Problemet med gavlarna är i stort sett detsamma som för utfackningsväggarna, att det krävs bygglov för att förändra utsidan och det är antagligen väldigt kostsamt. Insidan skiljer sig från utfackningsväggarna då de inte har några regler med isolering och gips utan de består av betong där det är svårt att göra några förändringar.

3.4 Fönster och dörrar

Många hus från miljonprogrammet har kopplade 1+1 fönster med ett u-värde på ungefär 2,7 och husen på Vikingavägen är inget undantag. 2005 gjordes en större renovering av alla fönster i norrfasaden, då de renoverades och det yttre glaset byttes mot ett energiglas. Genom att byta ut det yttre glaset mot energiglas brukar man kunna räkna med att u-värdet går ner till 1,9¹⁰.

Fönstren på husens sydsida har man däremot inte gjort någonting med, de bör alltså ha ett u-värde på ungefär 2,7. Balkongdörrarna har det inte heller gjorts något med sedan huset byggdes. De är trädörrar med ett tvåglasfönster, och har precis som de övriga fönstren ett u-värde runt 2,7.¹¹

3.4.1 Problemställning fönster och dörrar

Ifall man byter ut fönstren och dörrar helt kan det bli ganska kostsamt, då kan istället en renovering vara att föredra. Ett fönster med väldigt lågt u-värde kan leda till kondens på insidan av glaset.

¹⁰ Glasbranschföreningen (2008): *Fönsterrenovering med energiglas*, Broschyr, Edita, Västerås

¹¹ Adalberth, Karin och Wahlenström, Åsa (2009): *Energibesiktningar av byggnader – flerbostadshus och lokaler*, SIS förlag AB, Solna, ISBN 978-91-7162-755-1

3.5 Källare

Källarväggar och plattan består av en vattentät platsgjuten betong. Man har även valt att placera en 70 mm träullsskiva på insidan väggen och i källartaket. För de delar av källaren som befinner sig i suterräng är de utformade som gavlarna. Källarbjälklaget som vilar på grundmuren är isolerat med 30mm cellplast mot den yttre klacken där första våningens ytterfasadskiva vilar (Se bilaga 4: k-ritningar).

3.5.1 Problemställning källare

Att göra något med källaren är väldigt kostsamt då det är en ganska stor åtgärd att schakta undan jord så att man kommer åt att tilläggsisolera på utsidan och att tilläggsisolera på insidan leder väldigt lätt till fuktproblem. Att göra något med plattan är också uteslutet. Det man kan ge sig på är att försöka bryta köldbryggan vid källarbjälklaget.

3.6 Ventilation

Huset är mekaniskt frånluftsventilerat från wc och kök med en centralt placerad fläkt på taket. Ventilationen ska enligt LKF vara justerad och följa BBR:s krav på $0,35 \text{ l/m}^2$.¹²

3.6.1 Problemställning ventilation

Att installera ett FTX-system kräver ganska stora ingrepp. Frånluftskanalerna finns redan men inte några tilluftskanaler. Det skulle innebära att man behöver göra flera håltagningar i väggarna inne i lägenheterna och att viss boarea skulle gå förlorad till kanalerna. De ger också problem med ljud- och brandkrav men de tar vi inte hänsyn till i vår undersökning.

3.7 Köldbryggor

Som i de flesta hus från den här tiden finns det också i detta hus flera köldbryggor. Det är främst där bjälklag och innerväggar går ut i eller genom ytterväggen men också runt om fönster och dörrar. De flesta av köldbryggorna har minskats med hjälp av 40 mm isolering men inte överallt, den största köldbryggan finns där de bärande innerväggarna går ut i balkongen (Se bilaga 4: k-ritningar).

3.7.1 Problemställning köldbryggor

Det är ofta svårt att komma åt med extra isolering för att minska köldbryggor utan att vara tvungen att förändra fasaden och göra stora ingrepp.

¹² Nilsson, Markus, Fastighetsingenjör, LKF (2011): *Personlig kommunikation* (2011-02-14)

3.8 Värme-/Tappvärmesystem

Värme- och tappvärmesystemet är uppbyggt med ett centralt fjärrvärmeintag som förser vardera två områden med värme och varmvatten genom ett kulvertsystem mellan husen. Husens uppvärmning sker genom vattenradiatorer kopplade i ett ettrörssystem med centralmatning i stammar¹³.

3.8.1 Problemställning värme-/tappvärmesystem

Att gå in och ändra till ett tvårörssystem kräver stora ingrepp då man måste göra plats i betongbjälklagen ifall man inte vill att rören ska vara synliga. Att skära av husen från den gemensamma värmecentralen innebär också stora ingrepp då man måste dra nya fjärrvärmeledningar till varje hus.

¹³ Nilsson, Markus, Fastighetsingenjör, LKF (2011): *Personlig kommunikation* (2011-02-14)

4 Urval

För att kunna göra en bedömning av vilka åtgärder som ska göras har vi tagit fram några bedömningskriterier för hur de olika åtgärderna ska prioriteras. På de olika kriterierna har vi graderat en skala från 1 – 5, där 1 innebär att åtgärden är lågt prioriterad och 5 innebär att den är högt prioriterad.

4.1 Miljö

Energiåtgång är en form av miljöbelastning. Var energin kommer ifrån, hur den levereras och används samt hur mycket energi som förbrukas är viktiga delar i miljöpåverkan. Vi har valt att fokusera på mängden förbrukad energi i denna analys och kommer därför definiera miljöbelastningen efter det.

Åtgärderna påverkar energiåtgången olika och för att gynna energibesparande åtgärder kommer sänkningen i kWh/m².år att jämföras mot ursprungliga energiåtgången för huset.

Skala för miljökriteriet

Energisänkning i procent (%)	Skalvärde
0 - 2	1
2 - 5	2
5 - 10	3
10 - 15	4
15 <	5

4.2 Ekonomi

Om en åtgärd leder till en energibesparing ger detta också en ekonomisk besparing som kan ses som ett incitament. Vidare måste man se till hur lång återbetalningstiden blir för investeringen samt den tekniska livslängden och eventuella underhållskostnader. Det som bedöms på ekonomikriteriet är i första hand ifall investeringsåtgärden blir återbetalad under dess livslängd och därefter om återbetalningstiden är skälig. Eftersom ekonomi anses avgörande vid investeringar, är skalvärdena dubblade gentemot de andra skalvärdena.

Skala för ekonomikriteriet

Återbetalningstid/ Livslängd	Skalvärde
1 <	2
0,9 - 1	4
0,7- 0,9	6
0,5 - 0,7	8
0,5 >	10

4.3 Komfort

För att framhäva åtgärder som ger förhöjd komfortkänsla och därmed förhöjd boendekvalitet har vi ett komfortkriterium. Detta för att framhäva åtgärder som inte sänker energiförbrukning märkbart och därmed får en negativ ekonomisk kalkyl. Förhöjd komfort kan t.ex. vara ökad temperatur i innerväggar som ökar vistelsezonen och motverkar missfärgningar i form av mögel på väggen. Bedömningen av komfort är svår att mäta och kommer därför bestå av en personlig uppskattning vad olika åtgärder kan förväntas ge för komfort i skalan.

Skala för komfortkriteriet

	Skalvärde
Oförändrad komfort	1
Knappt kännbar förbättring	2
Kännbar förbättring	3
Klart kännbar ökning	4
Avsevärt förbättrad komfort	5

4.4 Renovering

Ifall vissa konstruktionsdelar redan är i behov av renovering eller större underhåll är det lättare att ekonomiskt motivera en energiförbättrande åtgärd. T.ex. om fönstren är i behov av renovering behöver man inte lägga till så mycket i budgeten för att rusta upp dem till att bli mer energieffektiva. Renoveringskriteriet bedöms efter hur stort behovet är för renovering eller underhåll av den konstruktionsdel som åtgärden berör.

Skala för Renoveringskriteriet

	Skalvärde
Nytt skick	1
God kvalitet	2
Normalt skick	3
Kommande renoverings behov	4
Bör snarast åtgärdas	5

4.5 Boendepåverkan

Många åtgärder ger en viss påverkan på de boende i lägenheterna. Det kan vara allt från buller till tillfällig förflyttning. Att få tillgång till lägenheterna ses som mödosamt arbete med planering och information. Därför vill man koncentrera ingreppen till så få arbetstillfällen i bostaden som möjligt för att underlätta för båda parter. Att byta termostater på radiatorerna kan ses som ett mindre ingrepp. Medans en installation av ett FTX-system kan komma att inskränka på de boendes disponibla yta eller till och med medföra tillfällig förflyttning. För fastighetsägaren är det viktigt att de boende snabbt får tillgång till sin lägenhet igen efter en renovering eftersom alternativt boende är förenat med merkostnader. Boendekriteriet bedöms efter hur lång tid åtgärden tar samt ifall de boende har full tillgång till sin lägenhet eller inte.

Skala för Boendepåverkan

	Skalvärde
Tillfällig förflyttning	1
Inskränkning på boea	2
Långdraget Buller/ökat antal tillfällen	3
Mindre inskränkning	4
Ingen boende påverkan	5

5 Åtgärdspaket

Vi kommer rikta in oss på att undersöka och jämföra tre olika alternativ av åtgärdspaket för huset. De olika alternativen kommer vara framtagna beroende på några olika aspekter.

Alternativ:

1. Detta alternativ fokuserar på miljö och komfort medan ekonomi, renovering och boendepåverkan inte ses som lika viktiga.
2. Här kommer hänsyn tas till de flesta urvalskriterier genom att försöka hitta en balans mellan miljö och ekonomi, men samtidigt ta hänsyn till komforten. Renovering och boendepåverkan kommer däremot inte komma lika högt i prioriteringsordningen.
3. Blir det mindre av åtgärdspaketen, urvalskriterierna som kommer ligga i fokus blir ekonomi, renovering och boendepåverkan. Men samtidigt också svarar mot miljö- och komfortkriterierna.

5.1 Alternativ 1

Det första alternativet är för att se hur stor energibesparing man kan åstadkomma för huset. För det alternativet kommer inte hänsyn tas till vad det kommer kosta utan det är energibesparingen som är i fokus. Hänsyn kommer inte heller tas till den problematik det innebär att göra förändringar i husets utseende. Det blir ett extremfall där man gör stora och drastiska ändringar med det befintliga huset.

Stor vikt kommer ligga i att förbättra skalet på huset, alltså fasad, tak, fönster och dörrar. Det kommer bli stora förändringar då den tidigare fasaden rivs ner och tilläggsisoleras. Därefter kommer ny fasad att monteras och istället för de tidigare fasadskivorna i betong kommer fasaderna att bestå av ventilerad putsfasad på minerit- eller cellplastskiva. För att förbättra lufttätheten ska ny plastfolie fästas mot de tidigare reglarna med 95 mm isolering, där det tidigare regelverket kommer fungera som installationsskikt.

Taket kommer att höjas och det kommer göras plats för en rejäl ökning av isolering i taket. Samtliga Fönster och dörrar kommer bytas ut mot nya energifönster och energidörrar med lågt u-värde. Vid utbyte kommer även drevning och tätning runt fönsterkarm ses över och förbättras.

Balkongerna som tidigare varit stora köldbryggor kommer rivas helt och ersättas med nya, där betongplattor och väggar inte kommer gå genom väggen utan vara brutna och balkongerna kommer ligga utanpå den nya fasaden. Även flera av de andra köldbryggorna kommer att förbättras avsevärt när man tilläggsisolerar på utsidan.

Förutom skalet kommer det tidigare frånluftssystemet att byggas om till ett FTX-system med en återvinningsgrad på 85 %. Även värmesystemet kommer att ses över för att se vilka energibesparingar som kan göras där.

5.2 Alternativ 2

Den stora skillnaden mot alternativ 1 är att inga större förändringar i husets utseende kommer att vara aktuellt. Det ska istället fokusera på att hitta de åtgärder på insidan av huset som ger störst energisänkningar. Det kommer även tas större hänsyn till ekonomin för upprustningen i alternativ 2.

Då det inte går att tilläggsisolera på utsidan utan att förändra husets utseende ska det istället tilläggsisoleras på insidan med ett installationslager på 45 mm. Den lilla isoleringen gör inte så mycket för energiåtgången men den ger möjlighet till att sätta ny plastfolie som gör huset tätare och därigenom göra stora energibesparingar. Taket kommer också tilläggsisoleras, men bara med så mycket att det inte behöver göras en takhöjning.

Fönster och dörrar kommer att renoveras. Renoveringen kommer innebära Förbättring av drevning och tätning runt fönster och dörrar. Det ena glaset kommer också bytas ut mot ett energiglas, vilket kommer sänka fönstrets u-värde.

För att förbättra köldbryggan på balkongväggen som går rakt in i lägenheterna kommer cellplastskivor monteras på balkongväggarna i anslutning mot husfasaden.

Även i alternativ 2 kommer frånluftssystemet byggas om till ett FTX-system med en återvinningsgrad på 85 %.

5.3 Alternativ 3

Här står ekonomin i fokus med kort återbetalningstid. Men också att det inte ska innebära så stora besvär för de boende. Energibesparing är fortfarande en viktig aspekt.

Ingen tilläggsisolering kommer göras, då det innebär relativt stor påverkan för de boende. För att få bättre lufttäthet i huset kommer vikten istället ligga i att förbättra tätning och drevning runt fönster och dörrar. Fönster och dörrar ska också renoveras och det inre glaset byts mot ett energiglas.

Precis som i alternativ 2 ska köldbryggan i balkongväggen förbättras med cellplastskivor.

Även om det innebär ett stort ingrepp, förespråkas en installation av ett FTX-system. Detta innebär vissa problem för de boende, men energibesparingen anses vara tillräckligt stor för att det ska vara värt problematiken.

6 Lösningar

Alla energibesparingar har beräknats med Isover Energi 3 och det finns utdrag från beräkningarna i Isover som kan ses i bilaga 7: Isover beräkningar. Alla mängder och mått hänvisas till Bilaga 2: A-ritningar från LKF och Bilaga 6: Ytor. Alla kostnaderna finns redovisade i bilagorna: 5 kostnads kalkyl Peab, 8 rivning eller 9 nuvärdesmetoden. I bilaga 9 nuvärdesmetoden finns också redovisat de olika åtgärdernas återbetalningstid.

6.1 Fönster och dörrar¹⁴

6.1.1 Fönster

Det är väldigt svårt att ekonomiskt räkna hem en renovering till energifönster ifall fönstren inte är i behov av en renovering. Det gör att fokus kommer ligga på att förbättra fönstren på den södra fasaden, men vi kommer ändå titta på hur stor energibesparing man skulle kunna göra ifall man ersätter samtliga fönster med nya energifönster. Där finns mycket energi att spara eftersom att ungefär en tredjedel av fasaden utgörs av fönster. Längs hela den södra fasaden går det balkonger, det har gjort att fönstren sitter skyddat och kan anses vara i ganska gott skick, man kan alltså ta vara på och renovera fönstren istället för att byta ut dem helt.

Vid renovering av fönstren ingår också att förbättra lufttäteten runt fönstren. Förutom att byta ut den ena glasrutan ska man också förbättra drevningen runt karmen och efter det en tätningsfog. Även fönstertättningslister ska ses över. Det gör att man också sparar energi genom att minska luftläckaget som annars ger ganska stora förluster. Men det är tyvärr svårt att på förhand räkna hem hur mycket tätningen ger.

6.1.2 Dörrar

För dörrar gäller i stort sett det samma som för fönster, för att en renovering ska bli lönsam krävs att det finns ett behov att göra något åt dörren på grund av att dörren är i behov av underhåll. Det finns främst två olika åtgärder. Det är att antingen att renovera dörren med nytt glas samt tätning och förbättring av drevning eller att byta ut hela dörren mot en ny. Det finns inte plats att byta det inre glaset mot ett tvåglas utan det blir att byta det inre glaset mot ett energiglas.

¹⁴ Energirådgivningen (2010): Faktablad, Fönster, www.energiradgivningen.se, 2011-05-09

6.1.3 Alternativ

För fönster och dörrar har vi tittat närmre på tre olika alternativ ifall man vill göra en förbättring.

Alternativen är:

- A. Renovera fönster och dörrar på sydsidan genom att byta ut det inre glaset mot ett energiglas.
- B. Renovera fönstren på sydsidan genom att byta ut det inre glaset mot ett tvåglas där ett är ett energiglas samt renovera dörrar som i alternativ 1 med ett energiglas.
- C. Byta ut samtliga fönster och dörrar mot nya energisnåla fönster och dörrar.

Att byta ut det inre glaset mot ett energiglas på både fönster och dörrar sänker u-värdet från 2,7 till ungefär 1,8. Om det här skulle vara den enda åtgärd man gjorde på huset skulle det ge en sänkning från 188 kWh/m².år till 168 kWh/m².år. Alltså en sänkning med 20 kWh/m².år, och totalt på 1677 m² en sänkning med ungefär 33 500 kWh/år. Kostnaden för hela renoveringen skulle kosta omkring 225 000 kr¹⁵ och ha en återbetalningstid på 13 år med en livslängd på ungefär 15 år utan underhåll. Med kontinuerligt underhåll blir livslängden längre.

Att byta fönstrens inre glas mot tvåglas varav ett är ett energiglas sänker u-värdet till ungefär 1,4 och med samma lösning för dörrarna som i alternativ A, skulle det ge en sänkning till 163 kWh/m².år. Alltså en sänkning med 25 kWh/m².år, och totalt en sänkning med nästan 42 000 kWh/år. Men priset på att byta mot två glas är nästan dubbelt så högt som att bara byta mot ett. Kostnaden blir högre än för alternativ A då den totala kostnaden hamnar på ungefär 450 000 kr.¹⁵ Återbetalningstiden blir 24 år medan livslängden är 15 år. Med kontinuerlig renovering kan man dock komma upp i 24 år.

Om man byter mot helt nya fönster och dörrar kan man komma ner till u-värden på närmre 0,9, men priset är väldigt mycket högre. Om inte de befintliga fönster och dörrar är i väldigt dåligt skick och måste bytas ut helt är det inte ekonomiskt att byta ut mot helt nya produkter. Vi har ändå testat vad det skulle ge ifall man skulle ersätta samtliga husets fönster och dörrar, alltså även de mot norr med nya energifönster. Det skulle ge en sänkning med 40 kWh/m².år och totalt för hela huset nästan 67 000 kWh/år. Kostnaden för helt nya produkter blir betydligt högre än för de två andra alternativen, den hamnar på ungefär 1 950 000 kr.¹⁶ Livslängden är som i de andra alternativen, men återbetalningstiden blir långt över 30 år.

¹⁵ Energirådgivningen (2010): Faktablad, Fönster, www.energiradgivningen.se, 2011-05-09

¹⁶ Energirådgivningen (2010): Faktablad, Fönster, www.energiradgivningen.se, 2011-05-09

6.1.4 Urvalsbedömning

För miljökriteriet hamnar alternativ A och B på en 4:a, medan alternativ C hamnar på en 5:a. På ekonomin hamnar både alternativ B och C på en 2:a medan alternativ A får en 6:a. Komforten bör bli bättre vid fönsterrenovering och fönsterbyte, det minskar risken för kallras och tätning runt fönster och dörrar minskar drag, det gör att för alla tre alternativ blir det en 3:a på komfortkriteriet. Renoveringsbehovet är det samma för alternativ A och B där det hamnar på en 4:a då de bara rör renovering av den södra fasaden. Medan alternativ C rör också den norra fasaden som nyligen har genomgått en fönsterrenovering, därför får det en 2:a på renoveringskriteriet. Alla alternativ ger viss påverkan på de boende, även här leder alternativ C till ett större ingrepp då bägge sidors fönster ska bytas och får därför en 2:a medan alternativ A och B får en 3:a.

	Alt. A, Byte till ett energiglas	Alt. B, Byte till tvåglas	Alt. C, Byte till nya fönster/dörrar
Miljö	4	4	5
Ekonomi	6	2	2
Komfort	3	3	3
Renovering	4	4	2
Boendepåverkan	3	3	2

6.2 Tilläggsisolering av utfackningsväggen

För att en tilläggsisolering ska göra en markant energisänkning behöver tilläggsisoleringen vara ganska tjock. Att tilläggsisolera insidan kan medföra problem med att temperaturen i den befintliga konstruktionen sänks vilket höjer fuktkvoten i väggen som kan leda till fuktskador, det tar också ganska mycket boarea ifall man skulle göra en större ökning av på insidan. Att göra det på utsidan medför också problem, men inte fuktproblem utan snarare att det är en ganska stor och kostsam åtgärd som kräver bygglov då man förändrar husets utseende.

6.2.1 Tilläggsisolera utsidan

Vid en tilläggsisolering där man river fasaden och ökar isoleringen från de tidigare 95 mm till 265 mm ska man också sätta upp ny ångspärr (plastfolie) för att förbättra lufttäteten. Den fäster man mot det gamla regelverket med 95 mm, det gamla regelverket kommer då fungera som installationsskikt. Förutom att isoleringen blir tjockare gör även det nya skiktet att man minskar de flesta av de befintliga köldbryggorna. Förutom att riva fasaden behöver

man också riva balkonger för att kunna komma åt med den nya fasaden. Dels att riva de gamla balkongerna samt att montera nya gör att det blir en väldigt dyr åtgärd. Denna åtgärd där man gör en större tilläggsisolering på husets utsida samt sätter ny ångspärr ger en sänkning med $19 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{år}$ vilket ger en besparing på ungefär 31 900 kWh/år.

Kostnaden för att riva, tilläggsisolera och montera ny fasad blir nästan 550 000 kr. Rivning och montering av nya balkonger går på drygt 1 700 000 kr. den totala kostnaden blir alltså 2 250 000 kr. Livslängden är minst 30 år men kostnaden är så pass hög att återbetalningstiden är betydligt längre.

6.2.2 Tilläggsisolera insidan

Ifall man inte kan få bygglov för att förändra fasaden eller om det anses för kostsamt kan man ändå välja att tilläggsisolera insidan. För att undvika fuktproblem bör ett tunnare isoleringsskikt väljas, i det här fallet väljer vi att tilläggsisolera med 45 mm. Det skiktet fungerar mer som ett installationskikt än tilläggsisolering då det snarare rör sig om att man vill göra konstruktionen tätare för att minska luftläckage. Gipsen på insidan rivs och mot det gamla regelverket sätter man den nya ångspärren som gör konstruktionen tät. Mot den monteras sedan installationskiktet. Denna åtgärd där man gör konstruktionen tätare samt en mindre tilläggsisolering på husets insida ger en sänkning med $11 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{år}$ vilket ger en besparing på 18 400 kWh/år.

Kostnaden blir betydligt lägre än för åtgärden där man tilläggsisolerar på utsidan, den hamnar på ungefär 200 000 kr. Livslängden anses vara minst 30 år och återbetalningstiden är 25 år.

6.2.3 Urvalsbedömning

Tilläggsisoleringen på utsidan ger en 4:a på miljöskalan medan isolering på insidan ger en 3:a. På ekonomiskalan är det insidan som ger det högra värdet med en 6:a och utsidan får en 2:a. Bägge alternativen ger en viss höjning av temperaturen på insidan av väggen men framförallt gör de väggkonstruktionen tätare och bägge får därför en 3:a på komfort kriteriet. Inget av alternativen är i behov av renovering och får därför en 1:a på renoveringen. Att isolera på insidan påverkar de boende mycket då de kommer vara tvungna att flytta ut medan det genomförs, därför får det alternativet en 1:a i boendepåverkan. Att isolera på utsidan kan göras när de boende bor kvar, men påverkan anses ändå vara stor och får därför en 2:a på boendepåverkan.

	Tilläggsisol. utsidan	Tilläggsisol. insidan
Miljö	4	3
Ekonomi	2	6
Komfort	3	3
Renovering	1	1
Boendepåverkan	2	1

6.3 Tilläggsisolering av gavelväggar

Vi kommer bara ha ett alternativ till tilläggsisolering av gavlarna, det är för att de i sig inte utgör så stor del av skalet och de är ganska problematiska att åtgärda. Lufttätningen behöver inte förbättras nämnvärt eftersom väggen består av betong som anses vara lufttät. Tilläggsisoleringen kommer ske på utsidan då det inte minskar boarea. Fasadskivorna kommer därför monteras ner och det kommer istället göras plats för ytterligare 100 mm cellplast förutom de 100 mm som redan finns. Fasaden kommer därefter putsas, det ger vissa problem med att det kommer behövas bygglov. Energibesparingen med denna åtgärd blir endast 2 kWh/m².år.

Kostnaden för den nya isoleringen och det nya fasadskiktet är runt 66 000 kr, men till det tillkommer rivningen av den befintliga fasadbetongen som kostar lika mycket, 66 000 kr, alltså totalt 132 000kr. Livslängden är 30 år eller mer, men eftersom energibesparingen är så låg blir återbetalningstiden betydligt längre.

6.3.1 Urvalsbedömning

Energibesparingen är så pass låg att den bara ger en 1:a på miljökriteriet och återbetalningstiden är så lång att det också blir en 2:a på ekonomikriteriet. Åtgärden ger en liten temperaturhöjning på väggen insida och får därför en 2:a på komfortskalan. Väggen anses inte vara i behov av renovering och får därför en 1:a på renovering. Det blir en viss boendepåverkan eftersom att det krävs byggnadsställningar och det kommer medföra oväsen vid rivning och får därför en 3:a på boendepåverkan.

	Tilläggsisol. gavlar
Miljö	1
Ekonomi	2
Komfort	2
Renovering	1
Boendepåverkan	3

6.4 Tilläggsisolera taket

Om takkonstruktionen anses vara i gott skick är antagligen en tilläggsisolering av taket den mest lämpliga åtgärden. Då en ökning med 70 mm isolering till 200 mm ger en besparing 3 kWh/m².år som ger en total besparing av 5000 kWh/år. 70 mm är den ökning man får plats med utan att behöva höja taket. Vid en tilläggsisolering bör också den ökade fuktproblematiken beaktas och den mekanisk takventilation bör ses över och kanske kompletteras med att installera RF-styrning typ Trygghetsvakt. Ifall man tilläggsisolerar och taktäckningen är i behov av renovering bör man se över ifall taket behöver isoleras utvändigt då en sådan lösning skulle medföra en minskad fuktproblematik i takkonstruktionen.

Ifall man vill göra en rejäl energiförbättrande åtgärd eller om takkonstruktionen är uttjänt bör man överväga att bygga ett nytt tak och då göra plats åt mer isolering, då kan man öka till 400 mm isolering som skulle ge en energibesparing på 6 kWh/m².år som ger en total besparing av ca 10 000 kWh/år. Kostnaden blir då väldigt mycket högre då man ersätter det gamla taket med ett nytt. Man kan också överväga att byta ut taket till ett varmtak.

Kostnaden mellan att tilläggsisolera taket på dessa olika sätt skiljer sig avsevärt från varandra. Den mindre åtgärden skulle kosta ungefär 18 000 kr och ha en återbetalningstid på 7 år med en livslängd på minst 30år. Medan det större ingreppet kostar strax över 700 000 kr och med en återbetalningstid långt över dess livslängd som är 30 år.

6.4.1 Urvalsbedömning

Energibesparingarna för de två olika alternativen ger 1 respektive 2 på skalan för miljökriteriet och på ekonomikriteriet ger de 10 respektive 2. De resterande kriterierna kräver mer egen bedömning. Komforten påverkas inte nämnvärt av något av alternativen och får en 1:a. Antagligen är taket inte heller i renoveringsbehov eftersom att det är svagt lutande och inte anses vara i dåligt skick enligt LKF, men eftersom att man byter ut takkonstruktionen mot en ny i den större åtgärden anser vi att den åtgärden ger en 3:a medan den mindre åtgärden ger en 1:a. Boendepåverkan blir väldigt liten i det billigare alternativet och ger en 1:a medan i det dyrare kommer det krävas byggnadsställningar och det kommer ta längre tid, det ger en 3:a på den skalan.

	Tilläggsisolering 70 mm	Takbyte med 400 mm
Miljö	1	2
Ekonomi	10	2
Komfort	1	1
Renovering	1	2
Boendepåverkan	5	3

6.5 Värmeuppgradering

6.5.1 Uppgradering av radiatorer

Vid val att angripa insidan av utfackningsväggarna med att tilläggsisolera och förbättra ångmotståndet kommer det att innebära demontering och montering av radiatorerna. Om så är fallet bör man utreda ifall en installation av ett två rörsystem kan bli aktuellt då fördelarna med ett två rörsystem kan lösa problematiken med över- och undertemperaturer mellan lägenheterna och möjliggöra att ett system för temperaturdebitering kan installeras för de boende¹⁷. Detta bör minska energiåtgången per m² och förbättra inomhusklimatet. Även bytet av radiatorer kommer troligtvis att sänka energiåtgången. LKF har idag som standard att kontinuerligt byta ut radiatortermostaterna som både är en billig och nödvändig åtgärd¹⁸.

6.5.2 Göra husen självförsörjande av värme och varmvatten

I dagsläget försörjs området av två centralt placerade värmecentraler där fjärrvärme omvandlas till varmvatten och värmevatten som sedan distribueras ut via kulvertsystem in till undercentralen för varje hus. Förlusterna i detta system är betydande och kan ligga i storleksordningen mellan 10 till 20 kWh/m².år¹⁸. Med dagens teknik finns det inga stora vinster med ett sådant system då plattvärmväxlare är relativt små, även för större anläggningar såsom flerbostadshus. Genom att koppla bort husen från den centrala matningen och låta fjärrvärmeleverantören stå för nätet fram till varje hus och förlusterna i systemet, bör vinsterna överväga kostnaderna jämfört med nuvarande system. Detta medför en större driftsäkerhet då riskerna för eventuellt driftstopp sprids över området. Det medför också en ökad kontroll över energiåtgången mot idag då energiavläsning endast kan ske vid det centrala intaget av fjärrvärme. Vid eventuellt nytt system bör andra alternativ också tas i beaktning, då värmepumpar kan vara ett alternativ och solfångare som ett komplement till ett mer miljövänligt värmesystem.

¹⁷ CERBOF (2008): *Mycket energi att spara i miljonprogrammet*, Catarina Warfvinge, www.cerbof.se (2011-05-18)

¹⁸ Nilsson, Markus, Fastighetsingenjör, LKF (2011): *Personlig kommunikation* (2011-02-14)

6.5.3 Urvalsbedömning

Då det saknas ekonomiskt underlag och energibesparingarna inte är definierade för dessa åtgärder. Kommer inte dessa åtgärder ingå i urvalsbedömningen.

6.6 Installation av FTX-system

Husen har idag ett sammankopplat och reglerat frånluftssystem som både tar luft från wc och kök. Att ta tillvara på denna energi och återföra den som tilluft skulle enligt beräkningar medföra en besparing på 34 kWh/m².år och detta med en luftomsättning på 0,5 som är krav enligt BBR för god inomhuskomfort. En FTX installation kommer medföra större ingrepp men med en del kompromisser över rördragningar bör inte en sådan installation medföra någon marginell minskning av boendearea eller större ingrepp av lägenheternas inneskal.

I ett förslag av installation av FTX väljer vi att dela av den i nuläget sammankopplade frånluftventilationen mellan trapphusen så att varje trapphus får sitt egna FTX-aggregat för till- och frånluft. Detta för att minska rördragningar och dimensionerna på såväl aggregat som rör. Ytan som varje aggregat ska tillgodose blir ca 520m² vilket medför en ventilationsmängd enligt BBR på 180 l/s. Men reservation till att beräkningen är grovt uppskattade och räknad på konsument priser med moms bör priset hamna på ca 610 000kr/per hus (Se bilaga 3: beräkningar FTX). En alternativ lösning kan vara att använda de befintliga sopnedkasten som inte används längre till kanaldragning, då man inte behöver göra lika stora ingrep på inneskalet.

6.6.1 För- och nackdelar med FTX

Fördelarna med ett FTX-system är att det minskar behovet av uppvärmning då frånluftens lagrade värme överförs till den ingående och att det ökar luftkvaliteten då den filtreras. Den minskar också kallras och buller problematik från utemiljö. Samt att det ger en konstant ventilation oberoende av ute klimat.

Nackdelarna med FTX-system är ett ökat underhåll med filter rengörning/utbytning, ett ökat bakgrundsljud från fläktar. Samt en ökad installationskostnad och driftkostnad gentemot frånluft ventilation.

6.6.2 Urvalsbedömning

Miljö och komfort är FTX-systemets starka sidor i urvalsbedömningen. En energibesparing på 19 % ger en 5:a under miljökriteriet och en 4:a under komfort för minskat drag och buller från utemiljö samt renare inomhus luft. Ekonomin med en beräknad återbetalningstid på 24 år och en teknisk livslängd på 30 år ger en 6:a på ekonomikriteriet. Renoveringsbehovet av det nuvarande systemet anses inte vara stort då det nyligen uppgraderats, därför en 2:a under renoveringskriteriet. Boendepåverkan vid eventuell installation kommer bli påtaglig och får därmed en 2:a på boendepåverkanskriteriet då vi anser att de boende kan bo kvar.

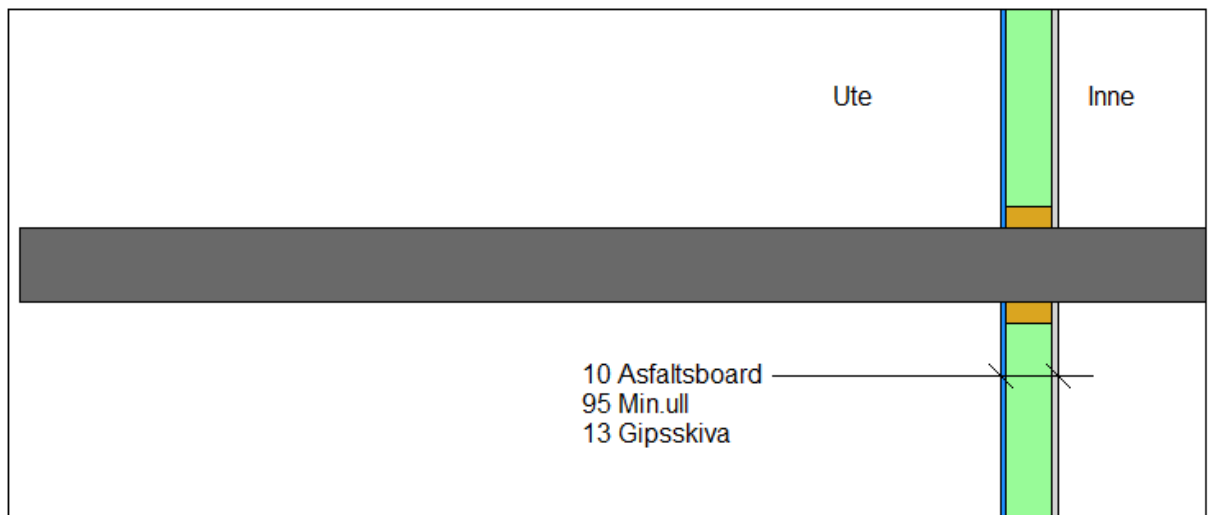
	FTX
Miljö	5
Ekonomi	6
Komfort	4
Renovering	2
Boendepåverkan	2

6.7 Köldbrygga

Den köldbrygga vi har tittat på lösning till är den största, där betongväggen går obruten genom ytterväggen ut till balkongen.

6.7.1 Beskrivning

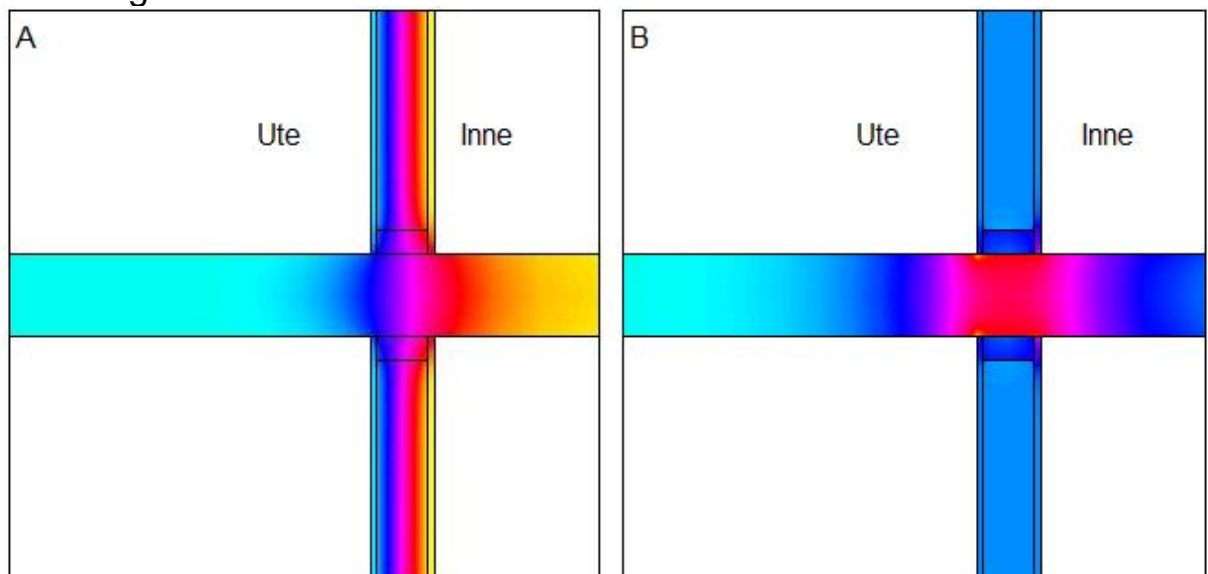
Den bärande innerväggen som går rakt ut i balkongen är den värsta av köldbryggorna, det är betongväggen som utan någon brytning går rakt genom ytterväggen och ut till kanten på balkongen. Den sammanlagda längden av balkongväggsköldbryggan blir nästan 67 meter.



Figur 3 Köldbrygga, balkongvägg

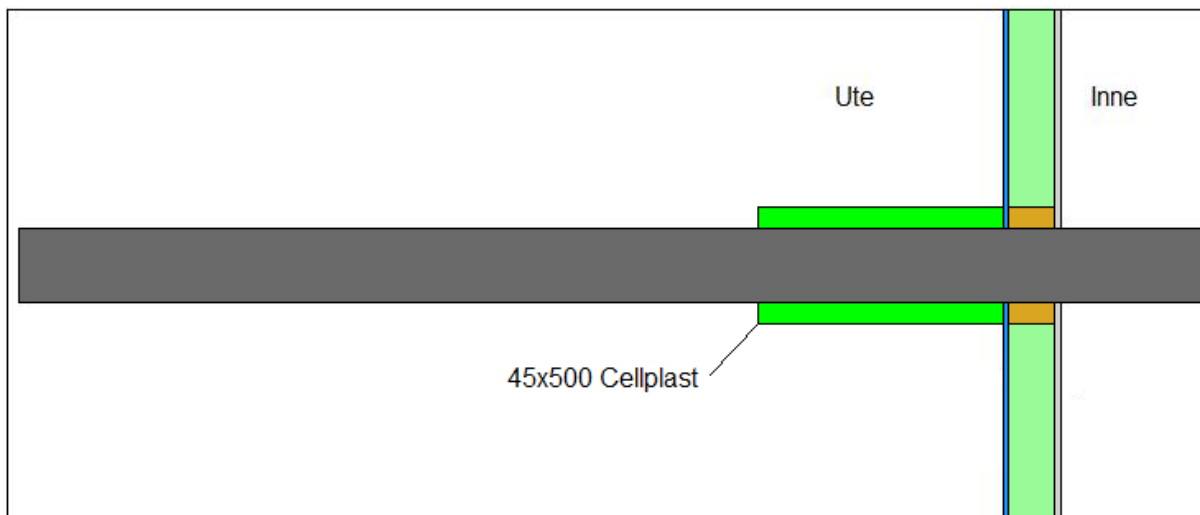
Dels leder köldbryggan till värmeförluster men den är också ett komfortproblem, det blir betydligt kallare på väggen inne i lägenheten vilket kan uppfattas som obehagligt av de boende.

6.7.2 Åtgärd



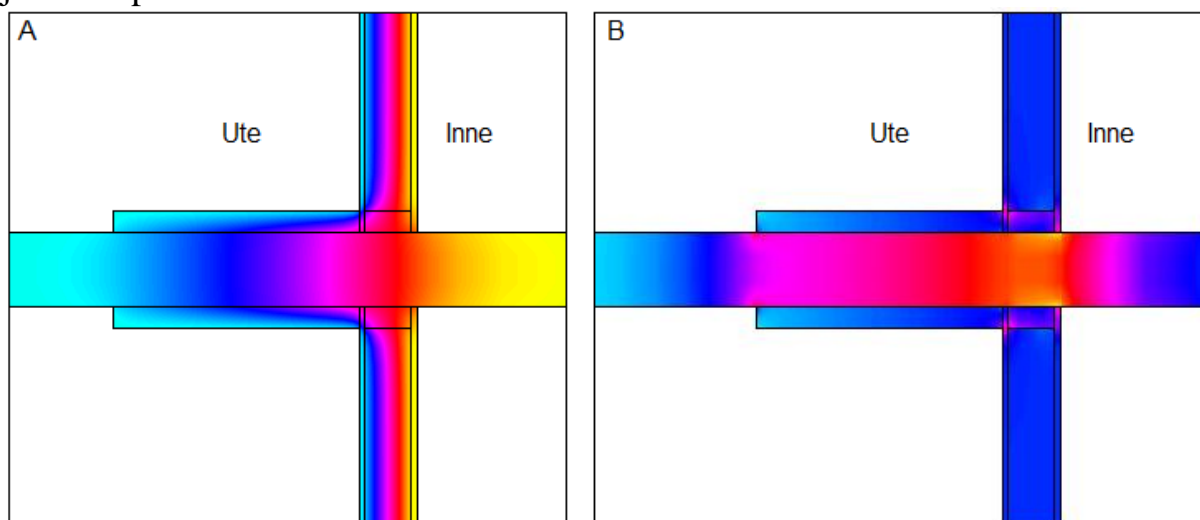
Figur 4 Bild A visar temperaturen i balkongväggen. Bild B visar värmeflödestätheten i balkongväggen

För att åtgärda köldbryggan på ett effektivt och ekonomiskt sätt kan man fästa isolerskivor av cellplast på balkongväggens bägge sidor. Skivorna behöver varken vara särskilt långa eller tjocka, det räcker att de går 0,5 m ut längs väggen och är 45 mm tjocka. Det krävs att skivorna har viss väderbeständighet.



Figur 5 Åtgärdad köldbrygga, balkongvägg

Cellplastskivorna höjer effektivt värmen i betongväggen vid övergången mellan inne och ute vilket gör att temperaturen på väggen blir behagligare och jämnare på insidan.



Figur 6 Bild A visar temperaturen i balkongväggen med cellplastskivor. Bild B visar värmeflödestätheten i balkongväggen med cellplastskivor.

Åtgärden med cellplastskivorna gör att man höjer den lägsta ytemperaturen på insidan med ungefär 3 grader, skivorna gör alltså stora skillnader för komforten inne i lägenheten. Om man ser till värmeförlusterna så gör åtgärden att psi-värdet i stort sett halveras, från 0,790 med den ursprungliga lösningen till 0,398 efter åtgärder. Det i sin tur leder till en ungefärlig besparing med 2 kWh/m².år. Kostnaden för åtgärden blir ungefär 18 000 kr, livslängden kan antas vara ungefär 15 år och återbetalningstiden är 10 år. (se bilaga 10: U-Norm)

6.7.3 Urvalsbedömning

På miljöskalan får åtgärden en 1:a och på ekonomiskalan en 8:a. Eftersom att ytttemperaturen höjs med 3 grader anser vi att åtgärden får en 3:a på komfortkriteriet. Eftersom det inte finns något renoveringsbehov får åtgärden en 1:a på renoveringen. Det ger en liten påverkan på de boende eftersom monteringen går ganska snabbt, det ger en 4:a på boendepåverkan.

	Köldbryggeåtgärd
Miljö	1
Ekonomi	8
Komfort	3
Renovering	1
Boendepåverkan	4

7 Urvalssammanställning

Tabell med sammanställning av de olika åtgärderna.

	Miljö	Ekonomi	Komfort	Renovering	Boende- påverkan	totalt
Fönster och dörrar alt. A	4	6	3	4	3	20
Fönster och dörrar alt. B	4	2	3	4	3	16
Fönster och dörrar alt. C	5	2	3	2	2	14
Tilläggsisol. utsidan	4	2	3	1	2	12
Tilläggsisol. insidan	3	6	3	1	1	14
Tilläggsisol. gavlar	1	2	2	1	3	9
Tilläggsisol. tak 70 mm	1	10	1	1	5	18
Takbyte 400 mm isol.	2	2	1	2	3	10
FTX	5	6	4	2	2	19
Köldbryggeåtgärd	1	8	3	1	4	17

För att man ska vilja satsa på en åtgärd krävs det att de ger höga värden i framförallt miljö och ekonomi och för vissa av åtgärderna kan man se så inte är fallet. Om åtgärden t.ex. varken ger en energibesparing eller återbetalar sig under sin livslängd är det väldigt svårt att motivera att den ska genomföras.

7.1 Åtgärdspaketet

Det går även att se till de olika åtgärdspaketens sammanställning av urvalen.

Alt. 1	Miljö	Ekonomi	Komfort	Renovering	Boende- påverkan	totalt
Fönster och dörrar alt. C	5	2	3	2	2	14
Tilläggsisol. utsidan	4	2	3	1	2	12
Tilläggsisol. gavlar	1	2	2	1	3	9
Takbyte 400 mm isol.	2	2	1	2	3	10
FTX	5	6	4	2	2	19

Att tilläggsisolera gavlar och att byta taket passar inte riktigt in på beskrivningen av åtgärdspaket 1 då de inte ger en särskilt stor energibesparing eller förbättrad komfort.

Alt. 2	Miljö	Ekonomi	Komfort	Renovering	Boende- påverkan	totalt
Fönster och dörrar alt. A	4	6	3	4	3	20
Tilläggsisol. insidan	3	6	3	1	1	14
Tilläggsisol. tak 70 mm	1	10	1	1	5	18
FTX	5	6	4	2	2	19
Köldbryggeåtgärd	1	8	3	1	4	17

Att åtgärds paket 2 skulle ha en bättre balans mellan ekonomi- och miljö kriterierna syns på de olika åtgärderna då alla åtgärder har en återbetalningstid som är kortare än dess livslängd.

Alt. 3	Miljö	Ekonomi	Komfort	Renovering	Boende- påverkan	totalt
Fönster och dörrar alt. A	4	6	3	4	3	20
FTX	5	6	4	2	2	19
Köldbryggeåtgärd	1	8	3	1	4	17

Även åtgärds paket 3 följer sin beskrivning ganska väl, förutom att FTX-systemet innebär en större påverkan på de boende än vad som är önskvärt.

8 Ekonomi

8.1 Alternativ 1

Alternativ 1 ger det klart bästa resultatet sett ur energisynpunkt. Totalt med alla åtgärder ger det en sänkning med 101 kWh/m².år. Det sker visserligen också till det högsta priset.

De olika åtgärderna med respektive energibesparing och kostnad är:

	Energibesparing (kWh/m ² .år)	Kostnad (kr)
Byte av fönster	40	1 950 000
Installering av FTX	34	613 000
Nytt tak	6	490 000
Tilläggsisolering av utfackningsvägg	19	420 000
Tilläggsisolering av gavelvägg	2	66 000
Rivningsarbete	-	865 000
Nya Balkonger	-	1 350 000
Totalt	101	5 754 000

Med en kalkylränta på 3 % ger det en återbetalningstid på långt över 30 år.

8.2 Alternativ 2

Alternativ 2 ger en mindre energibesparing än alternativ 1 men kostnaden är också betydligt lägre. Totalt ger den en sänkning med 70 kWh/m².år till en kostnad av 1 087 000 kr.

De olika åtgärderna med respektive energibesparing och kostnad är:

	Energibesparing (kWh/m ² .år)	Kostnad (kr)
Renovering av fönster	20	225 000
Installering av FTX	34	613 000
Takisolering	3	18 000
Tilläggsisolering av utfackningsvägg	11	200 000
Köldbryggeisolering	2	18 000
Rivningsarbete	-	13 000
Totalt	70	1 088 000

Med en kalkylränta på 3 % ger det en återbetalningstid på 20 år.

8.3 Alternativ 3

Alternativ 3 ger den minsta energibesparingen men kostnadsmässigt är den det billigaste alternativet. Totalt ger den en sänkning med 56 kWh/m².år till en kostnad av 857 000 kr.

De olika åtgärderna med respektive energibesparing och kostnad är:

	Energibesparing (kWh/m ² .år)	Kostnad (kr)
Renovering av fönster	20	226 000
Installering av FTX	34	613 000
Köldbryggeisolering	2	18 000
Totalt	56	857 000

Med en kalkylränta på 3 % ger det en återbetalningstid på 19 år.

8.4 Sammanställning

Kostnad för varje sparad kilowattimme per kvadratmeter och år

Alt. 1 56970 inv.kr/ kWh/m².år

Alt. 2 15543 inv.kr/ kWh/m².år

Alt. 3 15303 inv.kr/ kWh/m².år

9 Diskussion

9.1 Alternativen

9.1.1 Alternativ 1

Alternativ 1 ger den klart största energibesparingen, men återbetalningstiden är också orimligt lång. Man skulle kunna titta på vilka åtgärder som inte gör tillräckligt stor energibesparing sett till investeringskostnaden, t.ex. takhöjning för att få in mer isolering ger ingen stor energibesparing men den är väldigt dyr. Att tilläggsisolera gavlarna ger också en väldigt liten energibesparing sett till vad det kostar. Det är också ett problem att det kommer vara svårt att få bygglov för att förändra husets utseende i den utsträckningen.

För att återgå till vad som skulle prioriteras i alternativ 1 så var det främst miljö och komfort. Med facit i hand kanske inte alla åtgärderna förbättrade huset energiprestanda tillräckligt mycket, sett till vad kostnaderna för åtgärden blev. Både byte av tak och tilläggsisolering av gavlarna är sådana åtgärder och tas dessa åtgärder bort och takbytet ersätts med att tilläggsisolera det befintliga taket med 70 mm som i alternativ 2 får vi istället dessa värden.

	Energibesparing (kWh/m ² .år)	Kostnad (kr)
Byte av fönster	40	1 950 000
Installering av FTX	34	613 000
Tilläggsisolering av utfackningsvägg	19	420 000
Rivningsarbete	-	533 000
Nya Balkonger	-	1 350 000
Takisolering	3	18 000
Totalt	96	4 884 000

Det sänker energibesparingen med 5 kWh/m².år men också kostnaden med nästan 900 000 kr, återbetalningstiden är tyvärr fortfarande långt över 30 år.

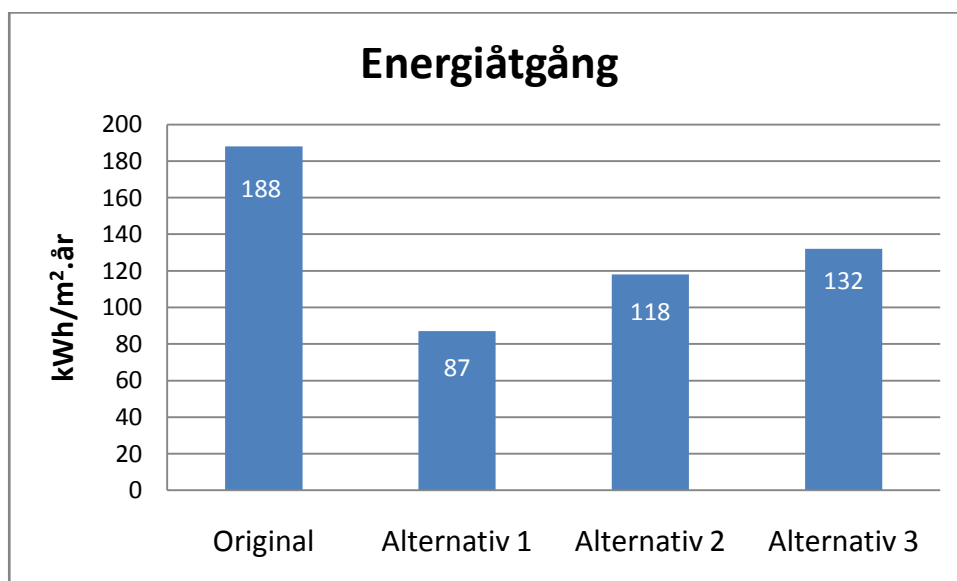
9.1.2 Alternativ 2

Alternativ 2 ger inte den största energibesparingen men sett till återbetalningstiden är den rimlig att genomföra. Vi har dock inte tagit hänsyn i vår budget till ifall det måste ordnas tillfällig bostad åt de boende i huset. Även i alternativ 2 skulle man kunna avstå från vissa åtgärder för att minska kostnaden utan att det gör så stor skillnad i energiåtgången, t.ex. den extra takisoleringen som också är ganska besvärlig att genomföra på grund av att det är ett väldigt trångt utrymme att arbeta i. För det här alternativet är det antagligen inte lika svårt att få bygglov.

9.1.3 Alternativ 3

Alternativ 3 är budgetalternativet, och ger också den minsta energibesparingen, återbetalningstiden är däremot den kortaste. Man behöver inte heller ett lika stort investeringskapital som för de andra alternativen.

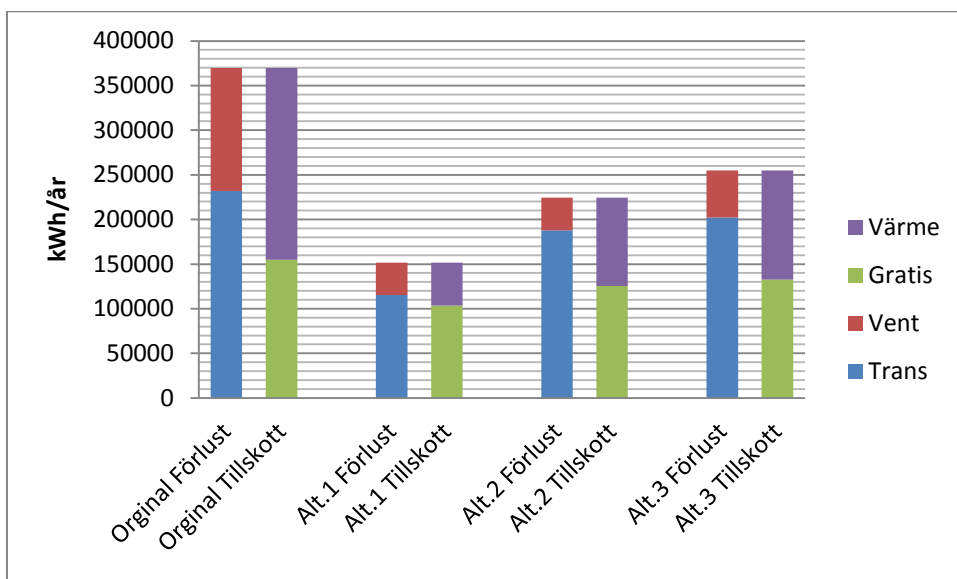
9.2 Sammanställning av alternativ



Figur 7 Sammanställningsdiagram

Kostnad för varje sparad kilowattimme per kvadratmeter och år

Alt. 1	56970 inv.kr/ kWh/m ² .år
Alt. 2	15543 inv.kr/ kWh/m ² .år
Alt. 3	15303 inv.kr/ kWh/m ² .år



Figur 8 Energifördelning

Här kan man se att den huvudsakliga energibesparingen sker i ventilationsförlusterna som minskar med 70 % med hjälp av FTX-systemet. Även transmissionsförlusterna minskar, och framför allt i alternativ 1 där de halveras men även i alternativ 2 och 3 är de i snitt sänkta med 16 %.

Gratis tillskottsvärmeförändringen mellan alternativen beror troligtvis enbart på fönstrens olika förmåga att dämpa solinstrålning, tillskottet från hushållsel och de som vistas i huset är densamma mellan alternativen. Värmetillskottsbehovet sänks också markant, men till detta ska även varmvattenuppvärmning adderas för totala tillskottsvärmebehovet.

9.3 Övrigt

I alla våra alternativ har vi tagit med att installera ett FTX-system och även om det är ett ganska stort ingrepp i byggnaden anser vi att den är en av de bättre åtgärderna. Det ger en stor sänkning av energiåtgången till överkomligt pris. Fönsterrenoveringen är också en av de bättre åtgärderna, helst skulle man vilja byta ut fönstren helt men det är inte ekonomiskt hållbart, ifall inte de gamla fönstren är utjänta.

Åtgärderna med att tilläggsisolera taket ger en så låg energibesparing att de inte känns rimliga, att höja det är alldeles för kostsamt. Om man inte höjer taket är det antagligen ganska besvärligt att tilläggsisolera, men hittar man ett lämpligt sätt att tilläggsisolera t.ex. med lösull så är det en åtgärd med relativt kort återbetalningstid. Vid val av takpåverkan kan man även titta på att bygga på en extra våning och därmed finna mer ekonomiskt utrymme till takförbättringar. Men en sådan åtgärd medför problematik med byggregler så som hisskrav, brandkrav och fortskridande ras utredning.

En väldigt viktig faktor ifall man ska göra en energiförbättrande åtgärd är om man ändå behöver göra någon typ av renovering. För om man ändå har budgeterat för att renovera är extrakostnaden som uppstår inte mycket större, speciellt inte om man kan räkna hem en energibesparing som på sikt kan spara mycket pengar.

Vi hade gärna sett att man gjorde något åt värmesystemet med de två större värmecentralerna som fördelar värmen ut till de resterande husen. Att ha enskilda värmecentraler för varje hus skulle ge en stor sänkning av energiåtgången, främst genom att man slipper förluster i kulvertsystemet. Man skulle också spara energi på att gå över till ett tvårörssystem men individuell värmemätning för de olika lägenheterna. Men bägge dessa åtgärder skulle innebära stora kostnader.

9.4 Slutsats

Vilket alternativ som är att föredra är helt beroende på vilka resurser och förutsättningar man har. Får man bygglov och har ett stort kapital och vill sänka energiförbrukningen så mycket som möjligt är alternativ 1 det mest lämpliga. Men man kan tydligt se att alternativ 1 är orimligt dyrt ifall man vill att åtgärderna ska vara ekonomiskt hållbara. Alternativet kan bli aktuellt om lägenheterna moderniseras och görs mer attraktiva och därmed ökar hyresintäkterna. Men att höja hyrorna är inget LKF strävar efter.

Då är det alternativ 2 eller 3 som gäller. Har man ett större kapital och en lösning på hur de boende ska hanteras under renovering är alternativ 2 bra. Medan om man har ett mindre kapital och inte vill påverka de boende så mycket är det alternativ 3 som passar bäst.

10 Källförtäckning

10.1 Tryckta källor

Adalberth, Karin och Wahlenström, Åsa (2009): *Energibesiktningar av byggnader – flerbostadshus och lokaler*, SIS förlag AB, Solna, ISBN 978-91-7162-755-1

Björk, Cecilia och Kallstenius, Per och Reppen, Laila (2003): *Så byggdes husen 1880-2000*, Forskningsrådet Formas, (plats), ISBN 91-540-5888-0

Glasbranschföreningen (2008): *Fönsterrenovering med energiglas*, Broschyr, Edita, Västerås

Reuterhäll, Viveka (2009): *Ombyggnad av självdrag till FTX-system i flerbostadshus*, Examensarbete, Media- Tryck Biblioteksdirektionen Lunds universitet, Lund

10.2 Elektroniska källor

CERBOF (2008): *Mycket energi att spara i miljonprogrammet*, Catarina Warfvinge, www.cerbof.se (2011-05-18)

GAD Byggnadsfysik: *Unorm*, www.gadbyggnadsfysik.se, 2011-05-09

Energirådgivningen (2010): *Faktablad, Fönster*, www.energiradgivningen.se, 2011-05-09

Isover: *Hjälpmedel, Beräkningsprogram*, www.isover.se, 2011-05-09

LKF: *Nybyggnation, Planerade projekt*, www.lkf.se, 2011-04-24

LKF: *Om LKF*, www.lkf.se, 2011-04-24

LKF: *Om LKF, Vårt miljöarbete*, www.lkf.se, 2011-04-24

Luftbutiken (2011): *ventilation*, <http://www.luftbutiken.se>, (2011-05-10)

Nationalencyklopedin: *Miljonprogrammet*, www.ne.se, 2011-04-24

Nationalencyklopedin: *Oljekris*, www.ne.se, 2011-04-24

Statistiska centralbyrån: *Hitta statistik, Boende, byggande och bebyggelse*,
www.scb.se, 2011-05-09

10.3 Muntliga källor

Nilsson, Markus, Fastighetsingenjör, LKF (2011): *personlig kommunikation*
(2011-02-14)

10.4 Bilagor

Bilaga 1: Energistatistik, från LKF

Bilaga 2: A-ritningar från LKF

Bilaga 3: FTX, beräkningar

Bilaga 4: K-ritningar

Bilaga 5: Kostnads kalkyl, Peab

Bilaga 6: Ytor

Bilaga 7: Isover beräkningar

Bilaga 8: Rivning

Bilaga 9: Ekonomi, nuvärdesmetoden

Bilaga 10: U-norm, köldbrygga balkongvägg

10.4.1 Bilaga 1: Energistatistik, från LKF

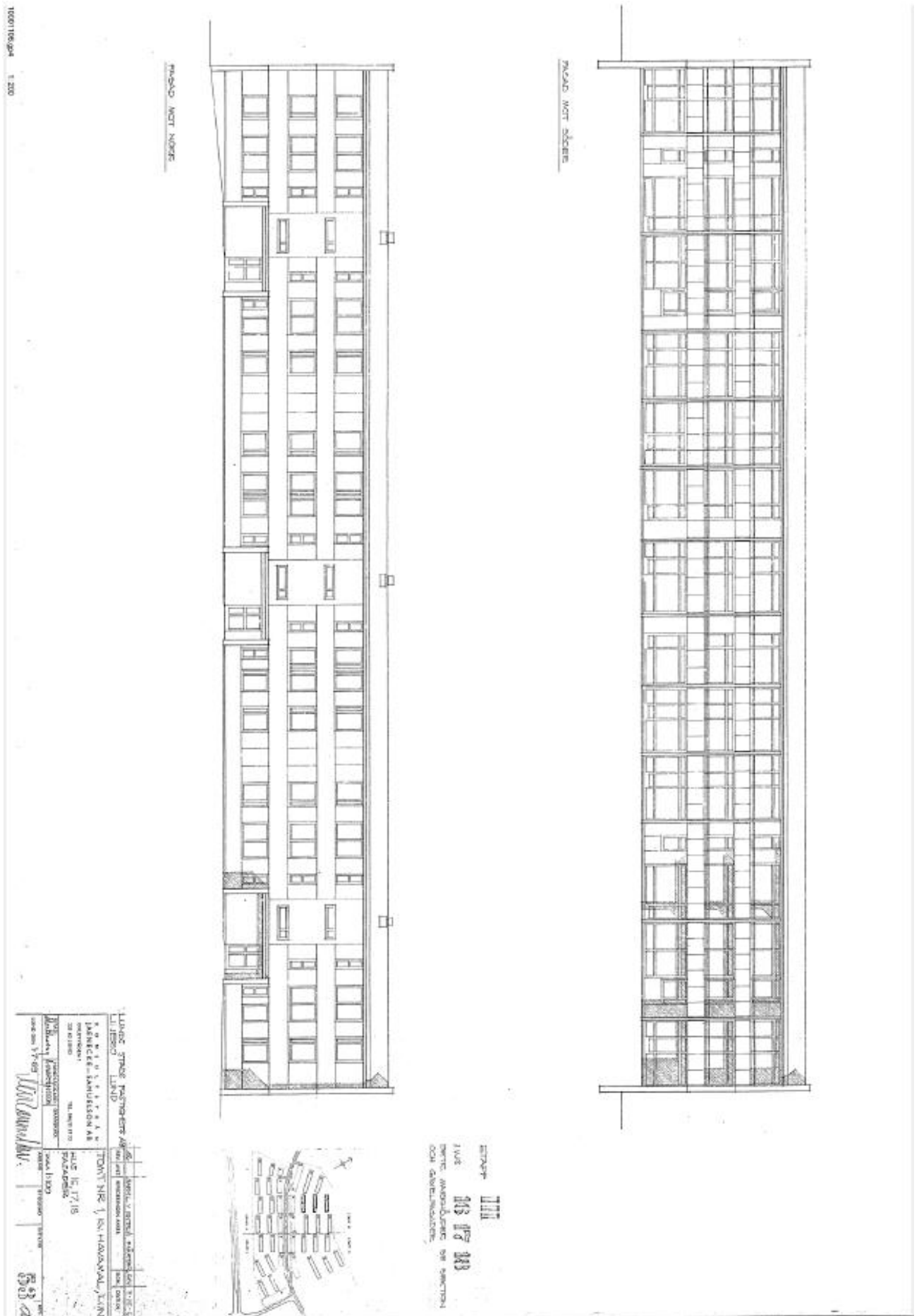
Energiförbrukning på Eddan 1+2 och Havamal 1+2 2006-2010

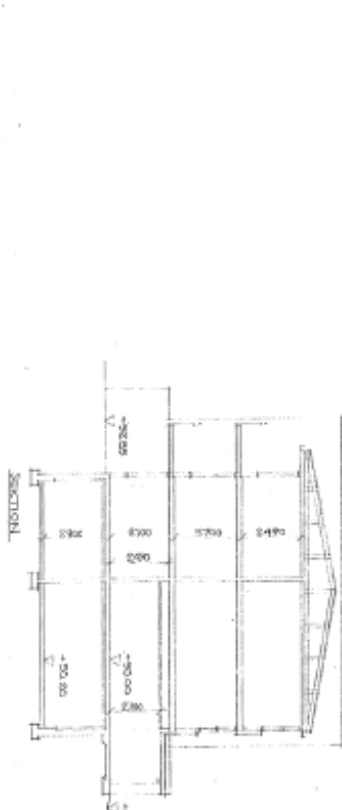
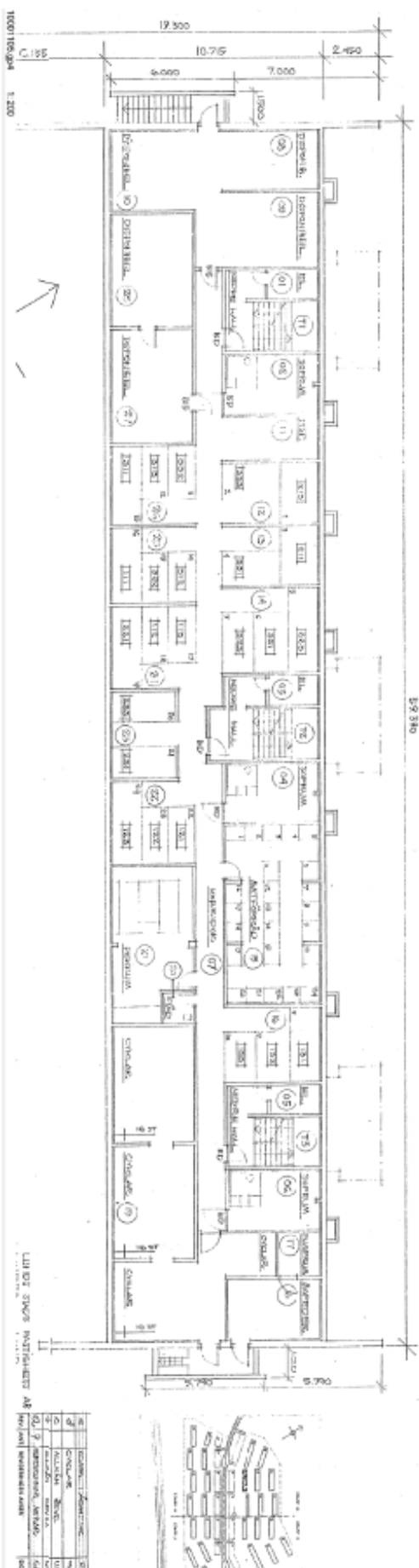
Värmeförbrukningen är normalårskorrigerad

Ar	Eddan 1+2			Havamal 1+2			Totalt			
	Yta	Totalt MWh	KWh per kvm	Yta	Totalt MWh	KWh per kvm	Yta	Totalt MWh	KWh per kvm	
Värme	2010*	22 450	3 509	156,3	23 932	4 214	176,1	46 382	7 723	166,5
	2009	22 450	4 205	187,3	23 932	4 415	184,5	46 382	8 620	185,8
	2008	22 450	4 139	184,4	23 932	3 907	163,2	46 382	8 046	173,5
	2007	22 450	4 303	191,6	23 932	4 289	179,2	46 382	8 592	185,2
	2006	22 450	4 139	184,4	23 932	4 270	178,4	46 382	8 409	181,3
Fastighetsel	2010*	22 450	365	16,3	23 932	379	15,8	46 382	743,6	16,0
	2009	22 450	374	16,6	23 932	410	17,1	46 382	783,1	16,9
	2008	22 450	419	18,6	23 932	410	17,1	46 382	828,1	17,9
	2007	22 450	410	18,3	23 932	391	16,3	46 382	800,9	17,3
	2006	22 450	385	17,1	23 932	386	16,1	46 382	770,9	16,6

*Under september och oktober 2010 var det fel på Lunds Energis mätare, därav tas de inte med i beräkning av medelenergiförbrukning.

10.4.2 Bilaga 2: A-ritningar från LKF



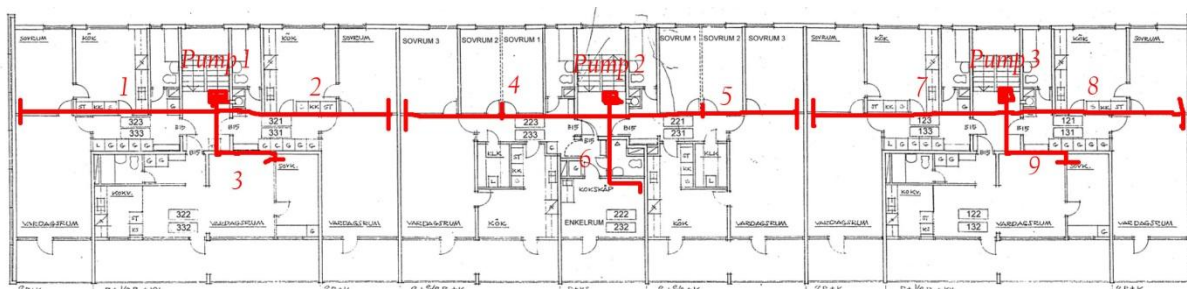


ETAP III
HUS 103

LIST OF STAIRS INDICATED AS

NO.	LOCATION	INDICATED AS
1	STAIRS	INDICATED AS
2	STAIRS	INDICATED AS
3	STAIRS	INDICATED AS
4	STAIRS	INDICATED AS
5	STAIRS	INDICATED AS
6	STAIRS	INDICATED AS
7	STAIRS	INDICATED AS
8	STAIRS	INDICATED AS
9	STAIRS	INDICATED AS
10	STAIRS	INDICATED AS
11	STAIRS	INDICATED AS
12	STAIRS	INDICATED AS
13	STAIRS	INDICATED AS
14	STAIRS	INDICATED AS
15	STAIRS	INDICATED AS
16	STAIRS	INDICATED AS
17	STAIRS	INDICATED AS
18	STAIRS	INDICATED AS
19	STAIRS	INDICATED AS
20	STAIRS	INDICATED AS
21	STAIRS	INDICATED AS
22	STAIRS	INDICATED AS
23	STAIRS	INDICATED AS
24	STAIRS	INDICATED AS
25	STAIRS	INDICATED AS
26	STAIRS	INDICATED AS
27	STAIRS	INDICATED AS
28	STAIRS	INDICATED AS
29	STAIRS	INDICATED AS
30	STAIRS	INDICATED AS

10.4.3 Bilaga 3: FTX, beräkningar



Figur 9 Beskriver förslag till FTX dragnig

Förslaget bygger på att FTX aggregatet placeras antingen i trapphusets övre del eller på vinden. Aggregatet bör placeras så att filterbyten och servis kan utföras utan boendepåverkan och dimensioneras för hela trapphusets nio lägenheters ventilationsbehov. Förslaget bygger på att det befintliga frånluftssystemet går att använda sig av. Tilluftdragnigen är tänk så att de översta lägenheterna eller vindsutrymmen leder kanalerna i horisontell led därefter fördelas luften till lägenheterna via de vertikalt kanalerna.

Sträka	(m)	(m)	(st)	(st)	(st)	(st)	(st)
Kanal	Horisontellt	Vertikal	T-rör	90-böjar	TT-rör	Ljuddämpare	Tilluftdon
1	10	7		3	3	3	6
2	9	7		3	3	3	6
3	5	7		3	3	3	6
4	11	7	1	3	6	6	12
5	9	7	1	3	6	6	12
6	4	7		3	3	3	6
7	10	7		3	3	3	6
8	9	7		3	3	3	6
9	5	7		3	3	3	6
Summa:	74	59	2	27	33	33	66

Figur 10 Material åtgång

För att uppskatta aggregat storleken summeras de aktuella lägenheterna boarea för trapphuset och multipliceras med Boverkens krav på ventilation $0,351/s \times m^2$.

Lägenhetsnummer	Boa(m ²)	Luftombyte/lägenhet (l/s)
1,2,7,8	66	23
3,9	46	16
4,5	87	31
6	20	7

Figur 11 Kapacitets beräkning

Pump/Trapphus	Lägenhetsnummer (x 3 vån)	Totalflöde (l/s)	Total m2
1	1,2,3 x3	186	533
2	4,5,6 x3	205	585
3	7,8,9 x3	186	533

Figur 12 Kapacitets beräkning

För att få en kostads bild av vad systemet kan komma att kosta har priser hämtats från Luftbutiken, dessa priser är inklusive moms och är endast till för att bilda en pris uppfattning. Moms pålägg och att det är konsument priser borde skapa en kostandes buffert för övriga kostnader. Kanal dimensionerna beräknas till 250mm med 4m/s.

Kostnader ¹⁹	
kanal d250	170 kr/m
90 böj	380 kr/st
T-rör	225 kr/st
TT-rör	350 kr/st
Ljuddämpare	870 kr/st
Don	400 kr/st
Ventilationsaggregat	47000 Kr/st

Figur 13 Pris lista

För att komplettera kostnadsbilden implementeras kostnads information från Examensarbetet FTX som beskriver installation av FTX i ett liknade hus med 27 lägenheter och tre trappuppgångar. Vissa kostnader har minskats eller tagits bort då vi räknar med att frånluftsystemet är i gått skick.

¹⁹ Luftbutiken (2011): ventilation, <http://www.luftbutiken.se>, (2011-05-10)

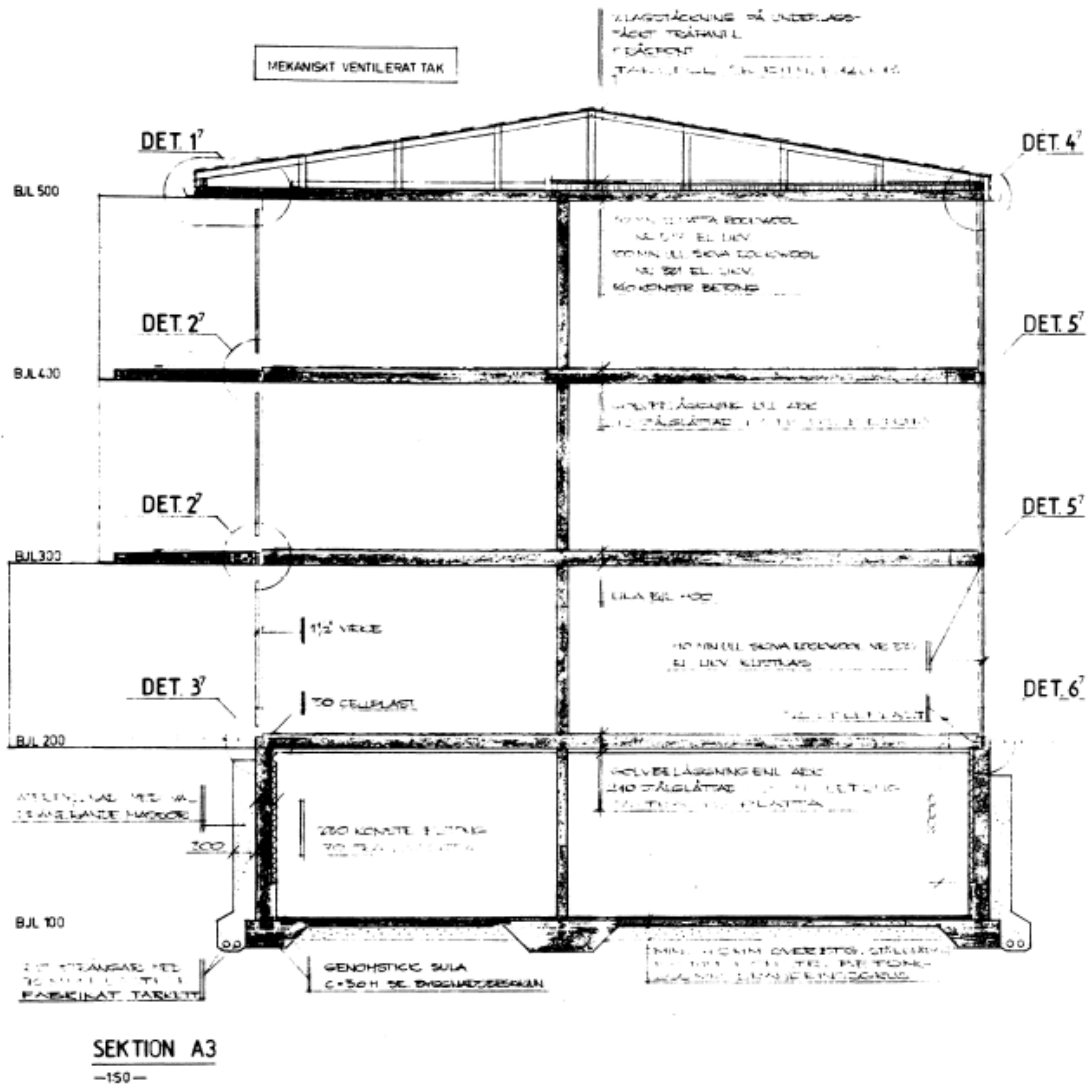
Komponent	Kostnad
Ventilationsaggregat x3	141000
Tilluftsdon	26400
Ljuddämpare	28710
Spjäll ²⁰	24000
Brandutrustning ²¹	64400
Kanaler	44731
Injustering ²¹	6500
Mont. Material ²¹	17415
Isolering ²¹	160000
Håltagning ²¹	25000
Inklädning ²¹	75000
Totalt	613156

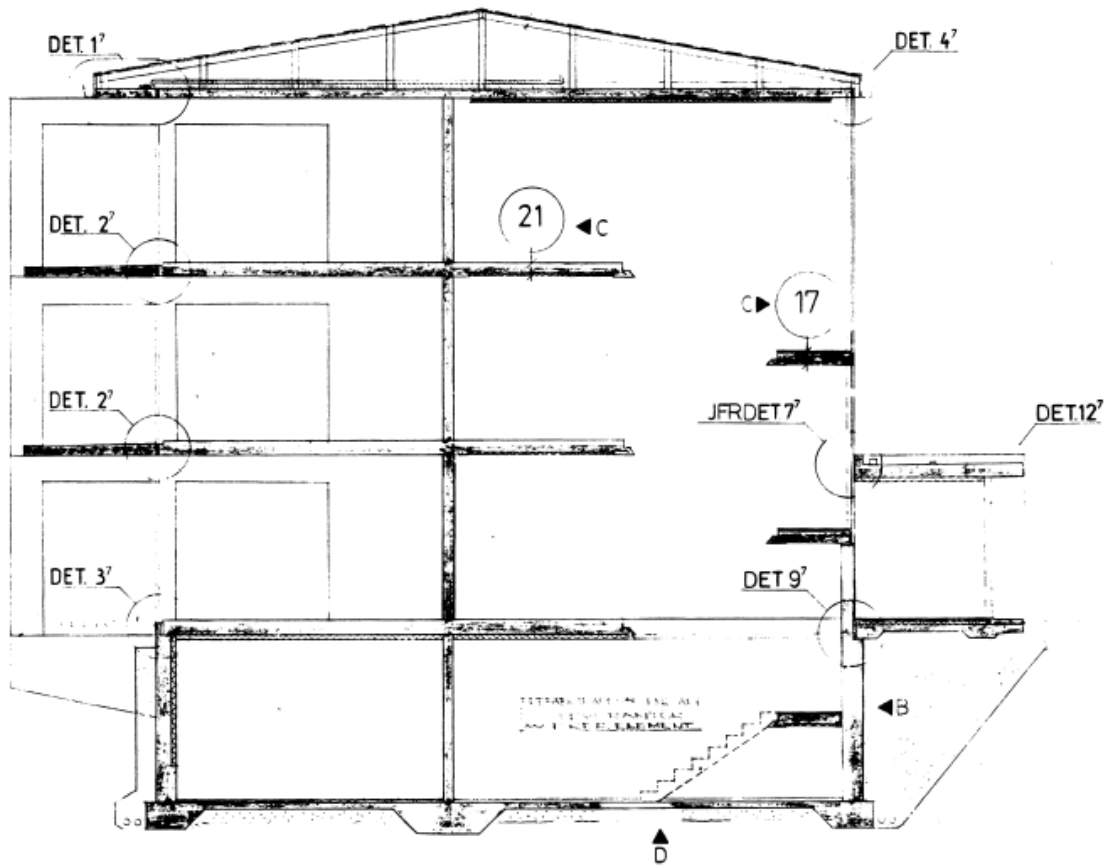
Figur 14 Kostnadssammanställning

Kostnaden enligt denna beräkning ca: 610000kr per hus. Utrymmen för bortglömda moment eller lågt räknad arbetskostnad som anses vara inräknad i priserna bör finnas då entreprenaden involverar 28st nästan identiska hus.

²⁰ Reuterhäll, Viveka (2009): *Ombyggnad av självdrag till FTX-system i flerbostadshus*, Examensarbete, Media- Tryck Biblioteksdirektionen Lunds universitet, Lund

10.4.4 Bilaga 4: K-ritningar, hämtade på byggnadsnämnden i Lund

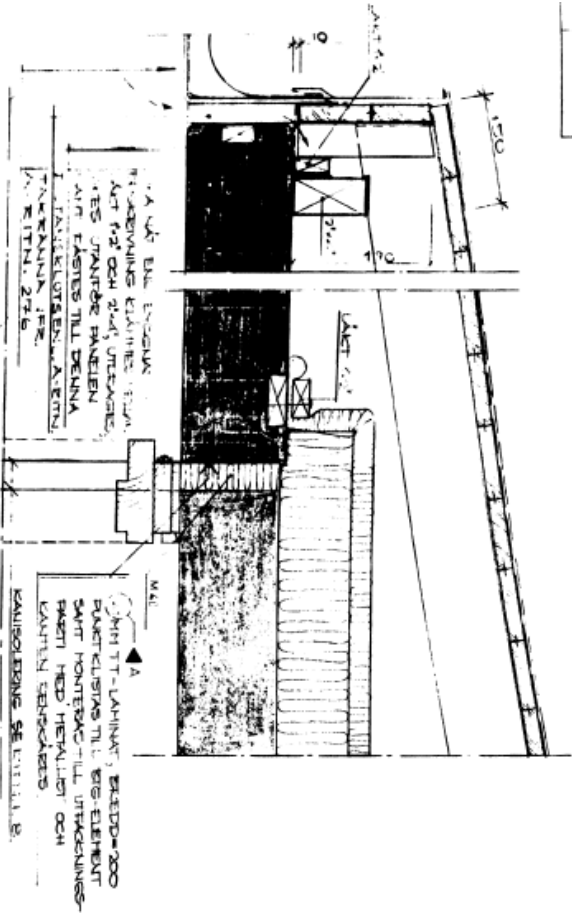




SEKTION B.3

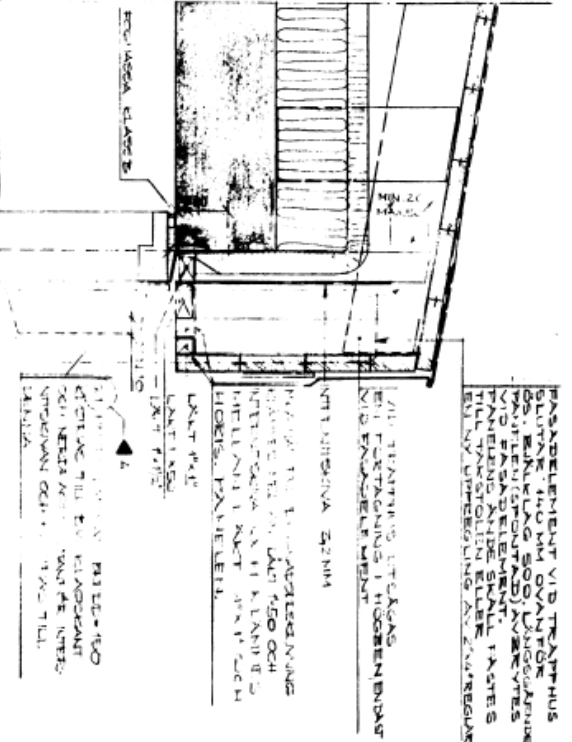
— 150 —

K7



C ▶ DETALJ 1 (JFR. A-RITN 277)

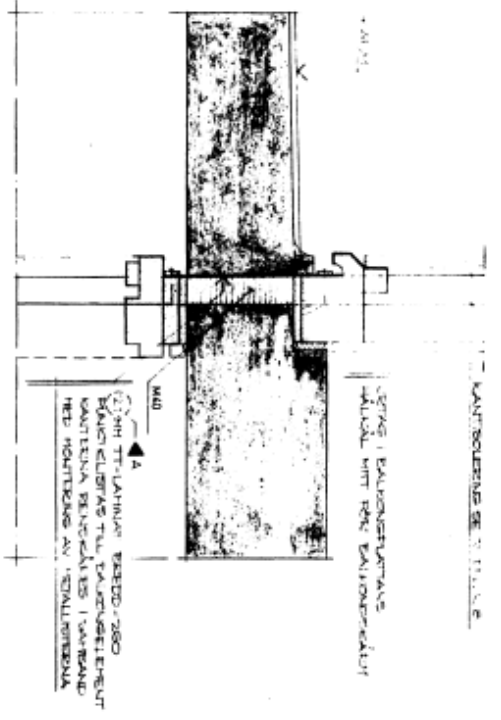
-15-



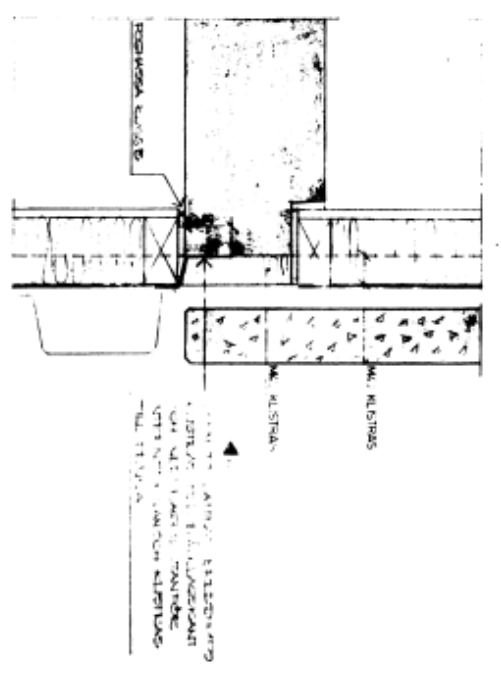
C ▶ DETALJ 4 (JFR. A-RITN 277)

-15-

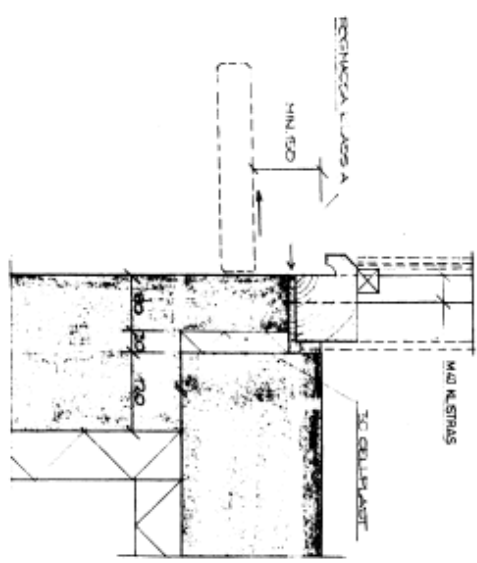
C ▶ DETALJ 2'
-15-



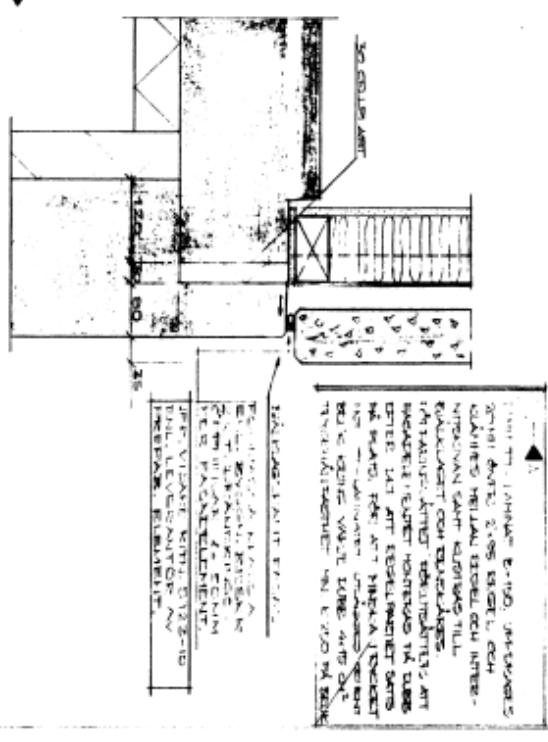
C ▶ DETALJ 5'
-15-



C ▶ DETALJ 3'
-15-



C ▶ DETALJ 6'
-15-



10.4.5 Bilaga 5: Kostnads kalkyl, Peab Alternativ 1

Kod	Benämning	Projekt nummer		Havsansat		Nettokalkyl		Sida						
		1	1	extrem	Alternativ 1	*Byggetid Byggetid (Std)	Datum	12/2	1/2					
Beskrivning		Mängd	Enhet	Res-id	Arbete	Kont	Material	U	Spill %	Omkostnad	Totalt	Summa	Valuta	SEK
		Realty			Kont	Fakt	Angiv	Ornrsk		Enhetsk	Prislevn	Tot	OK	
Nettokalkyl					1151		378 957	240 000				975 761		
					117		29 961					66 101		
	Portulån P16 f=100	174	m2	0,08	13,9	83,23	14 482				108,03	18 797		
	Silttrous utv ändigt f=10mm	174	m2	0,45	78,3	73,78	12 837				213,28	37 110		
	Armsingensilt typ revideringsduk i puts	174	m2	0,14	24,4	15,18	2 642				58,58	10 194		
41	Takstomme				36		63 902					75 082		
	Takstad träfackverk prefabr. spr. 11,0 med förhöjd takför isolerutrymme	50	st	0,72	36,0	1278,04	63 902				1501,24	75 062		
43	Taktäckning				237		100 416	240 000				413 824		
	Bandtäckning+underhållslikt råspont	640	m2	0,17	108,8	74,25	47 522	375	240 000		501,95	321 250		
	ISOVER UNI-skiva 37 C 600 f=195 tak	640	m2	0,1	64,0	41,32	26 447				72,32	46 287		
	ISOVER UNI-skiva 37 C 600 f=195 tak	640	m2	0,1	64,0	41,32	26 447				72,32	46 287		
51	Stomkomplettering, utfrackning				762		184 678					420 774		
	Ceserering på vägg 45x45 C 600	544	m2	0,09	49,0	11,59	6 304				39,49	21 481		
	Armsingensilt typ revideringsduk i puts	544	m2	0,14	76,2	15,18	8 260				58,58	31 870		
	Silttrous utv ändigt f=10mm	544	m2	0,45	244,8	73,78	40 135				213,28	116 023		
	Utfrackning Bred 13 GN 2-falde LR RW 708-00													

Kod	Benämning	Projekt nummer	Projekt namn	Alternativ	Nettokalkyl	Byggetid/Byggetid (Std)		Sida	Valuta		
						Datum	Tid			2(2)	SEK
		1	Havarnäs	1							
		Projekt Beskrivning		extrem							
		Måttid Resavg	Arbete Resavg	Kont	Material Fäst med	Avgång	Orchel	UE Spår %	Ortkostnad	Total summa Plaster	Total G&K
C600170	MUR RV vindlast LP-352	544	0,36	195,8	159,67	86,861				271,27	147,571
	Mineralkiv a f-8 normalktiv a 1200x600	544	0,36	195,8	79,26	43,18				190,96	103,829



Mängd

Användnings

Kalkylering

PrisavDatum

Programvar

Alternativ 2

Kod	Benämning	Projekt nummer		Havsområde		Nettokalkyl		Sida	
		1	2	extrem	extrem	*Byggetid (Std)	Datum	Tid	Valuta
Nettokalkyl		Mängd	Enhet	Res-dag	Arbete	Kont	Material	UE	Totalt
		Resdyg			Kont	Fakt	Angiv	Spill %	Prisvärn
		688					17 922		35 827
	ISOVER LUN-aktiva 37 C 600 f=701 bjärhånc	640	m ²	0,04	25,6	16,04	10 268		28 441
	Armeringsnät typ revideringsbruk i patts	67	m ²	0,14	9,4	15,18	1 017		58 581
	Stålpatts ut-ändigt f=6mm	67	m ²	0,29	19,4	55,33	3 707		1 45 231
	Fordran P16 f=45	67	m ²	0,05	3,4	43,72	2 929		59 221
02	Rivning				44				13 481
	Rivning gjipacktvålång på vägg E	544	m ²	0,08	43,5				24 880
63	Innerväggar				252		37 457		84 864
	Pfästfäste 0,2 på vägg	962	m ²	0,03	28,9	7,22	6 946		16 521
	Innervägg TEE 45/45 101 M45	544	m ²	0,41	223,0	56,10	30 521		1 83 201
	Målning beståder komplex B	544	m ²				156		84 864
									1 56 001
									84 864

Alternativ 3

Kod		Benämning		Projekt nummer		Havsarnal		Alternativ 3		Nettokalkyl		*Byggsedel/Byggsedel (Std)		Sida 1(1)			
Projekt nummer		Projekt beskrivning		Alt 3 Light		Res-dag		Korb		Material		UE		Valuta SEK			
Mängd		Enhet		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa			
Resdag		Korb		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa			
Resdag		Korb		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa			
Nettokalkyl		32		7 654		17 623											
Armeringsstift typ revideringsstift i puts		67 m ²		0,14		9,4		15,18		1 017				58,58		3 925	
Stålsprits utv ändret tj=6mm		67 m ²		0,29		19,4		55,33		3 707				145,23		9 731	
Pordrån P16 tj=45		67 m ²		0,06		3,4		43,72		2 929				59,22		3 968	
Mängd		Enhet		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa		Gök	
Resdag		Korb		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa		Gök	
Resdag		Korb		Fas		Auking		Ornrtd		Spil %		Ornrtdnad		Total summa		Gök	

Bilaga 2: Ritningar från LKF

10.4.6 Bilaga 6: Ytor

Ytor

Byggnadsdel	area (m2)	Sammanställning
<u>Vägg</u>		
<u>Söder</u>		<u>Långsidor (norr, söder)</u>
Vägg	200	Vägg 544 m2
Fönster	226	Fönster 363 m2
Dörr	55	Dörr 55 m2
<u>Norr</u>		<u>Gavlar (väst, öst)</u>
Vägg	344	Vägg 174 m2
Fönster	137	
<u>Väst</u>		
Vägg	87	
<u>Öst</u>		
Vägg	87	
<u>Tak</u>		
Yttertak	640	
<u>Källare</u>		
Källargolv	640	
Källarvägg	350	

Alla mått är hämtade från A-ritningar i Bilaga 2: Ritningar från LKF

10.4.7 Bilaga 7: Isover beräkningar Originalhus



Resultat från energiberäkning

2011-05-09 11:25

Objekt: Alternativ 0
Utförd av: Studielicens, Campus HBG Byggark
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 1677,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 188 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m².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 71% 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

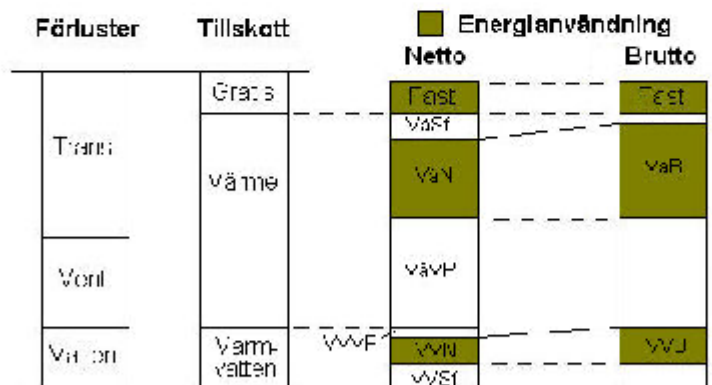
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSt	Energi från solfångare till värme
VVSt	Energi från solfångare till varmvatten
VaVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVa	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVv	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSt - VaVP
VvN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSt - VVVP
VaB	Värme Brutto = VaN / nVa
VvB	Varmvatten Brutto = VvN / nVv

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillegkost			Energiinv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	V8B + VVB	Kyla
Jan	31048	18461	5690	10366	39143	5690	2438	45748	0
Feb	28840	17148	5140	11808	34180	5140	2202	40122	0
Mar	27792	16525	5690	16340	27977	5690	2438	34354	0
Apr	22031	13100	5507	20981	14150	5507	2359	20058	0
Maj	14650	8711	5690	16466	6895	5690	2438	12842	0
Jun	9532	5668	5507	11876	3324	5507	2359	9011	0
Jul	6732	4003	5690	8834	1901	5690	2438	7746	0
Aug	7471	4442	5690	9517	2396	5690	2438	8251	0
Sep	11765	6995	5507	12762	5998	5507	2359	11740	0
Okt	18774	11163	5690	13502	16435	5690	2438	22577	0
Nov	23755	14125	5507	12414	25466	5507	2359	31605	0
Dec	29418	17493	5690	10145	36766	5690	2438	43323	0
Totalt	231808	137834	67000	155011	214631	67000	28700	287379	0

Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	21	0
Infiltration inkl. fönstervädning, oms/h	0,35	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	0	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	58700	0
Fastighetsenergi, kWh/år	28700	0
Antal personer, genomsnitt, st	25	0
Årsvärmeffaktor	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
Solångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	67000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyta, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyta, 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 ²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m ² :	1677,0
Volym, m ³ :	4192,50

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Gavel väst	87,2	0,35	270
Gavel öst	87,2	0,35	90
Tak	639,7	0,26	
Uppvärmd källare	1008,7	0,31	
Vägg norr	344,8	0,41	0
Fönster 2	40,8	1,90	
Fönster 1	41,4	1,90	
Fönster 3	18,0	1,90	
Fönster 4	11,7	1,90	
Fönster 5	24,6	1,90	
Vägg söder	198,4	0,41	180
Fönster 2	63,0	2,70	
Fönster 1	37,8	2,70	

ISOVER ENERGI 3
Objekt: Alternativ 0

Campus HBG Byggark

Sida 4 (5)



Fönster 3	7,8	2,70
Fönster 5	34,8	2,70
Fönster 4	38,7	2,70
Fönster 6	12,6	2,70
Fönster 7	22,2	2,70
Fönster 8	9,9	2,70
Dörr	56,1	2,20

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Fönster och dörrar med infästning i trä	891,00	0,03
Mellanbjälklag gavel	43,10	0,07
Takbjälklag	140,40	0,14
Hörn	32,40	0,12
Balkongplatta	118,84	0,20
Yttervägg trä / mellanbjälklag btg	118,85	0,18
Yttervägg trä / mellanvägg btg	144,00	0,13
Källarbjälklag	140,40	0,40
Balkongvägg	66,80	0,79

Alternativ 1



Resultat från energiberäkning

2011-05-09 14:30

Objekt: Alternativ 4
Utförd av: Studielicens, Campus HBG Byggark
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 1677,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 87 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m².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 21% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal borde vara tillräcklig.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

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

Tillskott

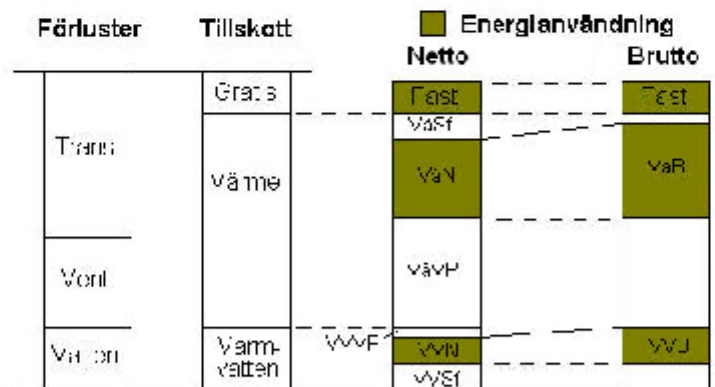
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSt	Energi från solfångare till värme
VVSt	Energi från solfångare till varmvatten
VaVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVa	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVv	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSt - VaVP
VvN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSt - VVVP
VaB	Värme Brutto = VaN / nVa
VvB	Varmvatten Brutto = VvN / nVv

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energlanv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	V&B + VVB	Kyla
Jan	15453	4877	5690	9681	10649	5690	2438	16673	0
Feb	14354	4530	5140	10013	8871	5140	2202	14297	0
Mar	13833	4366	5690	11995	6204	5690	2438	12137	0
Apr	10965	3461	5507	11915	2511	5507	2359	8181	0
Maj	7292	2301	5690	8573	1020	5690	2438	6847	0
Jun	4744	1497	5507	5877	364	5507	2359	5991	0
Jul	3351	1057	5690	4247	161	5690	2438	5971	0
Aug	3718	1174	5690	4700	192	5690	2438	6002	0
Sep	5855	1848	5507	7037	666	5507	2359	6299	0
Okt	9344	2949	5690	9628	2665	5690	2438	8526	0
Nov	11823	3731	5507	10517	5037	5507	2359	10759	0
Dec	14642	4621	5690	9415	9848	5690	2438	15856	0
Totalt	115374	36412	67000	103598	48188	67000	28700	117539	0

Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	21	0
Infiltration inkl. fönstervädring, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmad)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	85	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	58700	0
Fastighetsenergi, kWh/år	28700	0
Antal personer, genomsnitt, st	25	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
Soitångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Soitångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	67000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyta, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyta, 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 ²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m²: 1677,0

Volym, m³: 4192,50

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Gavel väst	87,2	0,19	270
Gavel öst	87,2	0,19	90
Tak	639,7	0,09	
Uppvärmad källare	1008,7	0,31	
Vägg norr	344,8	0,14	0
Fönster 1	41,4	0,90	
Fönster 2	40,8	0,90	
Fönster 3	18,0	0,90	
Fönster 4	11,7	0,90	
Fönster 5	24,6	0,90	
Vägg söder	198,4	0,14	180
Fönster 1	37,8	0,90	
Fönster 2	63,0	0,90	

ISOVER ENERGI 3
Objekt: Alternativ 4

Campus HBG Byggark

Sida 4 (5)



Fönster 3	7,8	0,90
Fönster 4	38,7	0,90
Fönster 5	34,8	0,90
Fönster 6	12,6	0,90
Fönster 7	22,2	0,90
Fönster 8	9,9	0,90
Dörr	56,1	1,00

Köldbrygga	Längd, m	PsI, W/m,K
Fönster och dörrar med infästning i trä	891,00	0,03
Yttervägg trä / mellanbjälklag betg	237,60	0,06
Yttervägg trä / mellanvägg betg	210,80	0,06
Ytterhörn / Innerhörn / Takvinkel	32,40	0,02
Yttervägg trä / Vindsbjälklag betong	140,30	0,09
Källarbjälklag	140,40	0,40

Alternativ 2



Resultat från energiberäkning

2011-05-09 11:39

Objekt: Alternativ 2
Utförd av: Studielicens, Campus HBG Byggark
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 1677,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 118 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m².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 7% 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

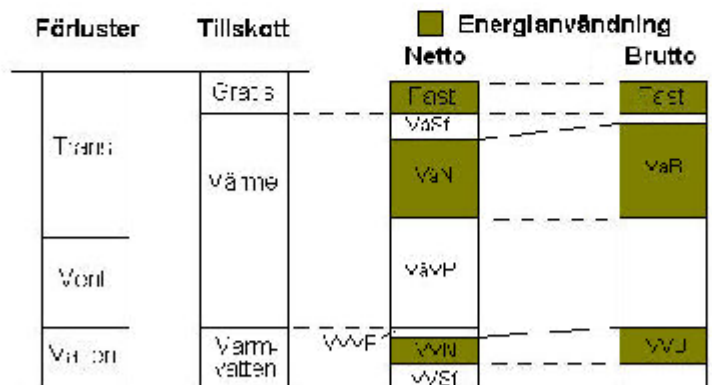
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSt	Energi från solfångare till värme
VVSt	Energi från solfångare till varmvatten
VaVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVa	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVv	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSt - VaVP
VvN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSt - VVVP
VaB	Värme Brutto = VaN / nVa
VvB	Varmvatten Brutto = VvN / nVv

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvyta. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillegkost			Energiinv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	V8B + VVB	Kyla
Jan	25171	4877	5690	10049	19999	5690	2438	26214	0
Feb	23381	4530	5140	10979	16932	5140	2202	22522	0
Mar	22531	4366	5690	14197	12700	5690	2438	18766	0
Apr	17860	3461	5507	15707	5614	5507	2359	11348	0
Maj	11877	2301	5690	11598	2580	5690	2438	8439	0
Jun	7728	1497	5507	8121	1104	5507	2359	6746	0
Jul	5458	1057	5690	5888	627	5690	2438	6446	0
Aug	6057	1174	5690	6464	767	5690	2438	6589	0
Sep	9538	1848	5507	9406	1980	5507	2359	7640	0
Okt	15220	2949	5690	11644	6525	5690	2438	12465	0
Nov	19258	3731	5507	11548	11441	5507	2359	17294	0
Dec	23850	4621	5690	9750	18721	5690	2438	24910	0
Totalt	187929	36412	67000	125351	98990	67000	28700	169378	0

Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	21	0
Infiltration inkl. fönstervädning, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	85	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	58700	0
Fastighetsenergi, kWh/år	28700	0
Antal personer, genomsnitt, st	25	0
Årsvärmeffaktor	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
Soitångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Soitångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	67000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyta, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyta, 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 ²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m ² :	1677,0
Volym, m ³ :	4192,50

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Gavel väst	87,2	0,35	270
Gavel öst	87,2	0,35	90
Tak	639,7	0,17	
Uppvärmd källare	1008,7	0,31	
Vägg norr	344,8	0,29	0
Fönster 2	40,8	1,90	
Fönster 1	41,4	1,90	
Fönster 3	18,0	1,90	
Fönster 4	11,7	1,90	
Fönster 5	24,6	1,90	
Vägg söder	198,4	0,29	180
Fönster 2	63,0	1,80	
Fönster 1	37,8	1,80	

ISOVER ENERGI 3
Objekt: Alternativ 3

Campus HBG Byggark

Sida 4 (5)



Fönster 3	7,8	1,80
Fönster 5	34,8	1,80
Fönster 4	38,7	1,80
Fönster 6	12,6	1,80
Fönster 7	22,2	1,80
Fönster 8	9,9	1,80
Dörr	56,1	1,80

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Fönster och dörrar med infästning i trä	891,00	0,03
Mellanbjälklag gavel	43,10	0,07
Balkongvägg	66,80	0,39
Takbjälklag	140,40	0,14
Hörn	32,40	0,12
Balkongplatta	118,84	0,20
Yttervägg trä / mellanbjälklag btg	118,85	0,18
Yttervägg trä / mellanvägg btg	144,00	0,13
Källarbjälklag	140,40	0,40

Alternativ 3



Resultat från energiberäkning

2011-05-09 11:23

Objekt: Alternativ 3
Utförd av: Studielicens, Campus HBG Byggark
Beräkning enligt BBR 2008. Supplement februari 2009.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Lund Län: Skåne län
Atemp bostad: 1677,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 132 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 110 kWh/m².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 20% 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

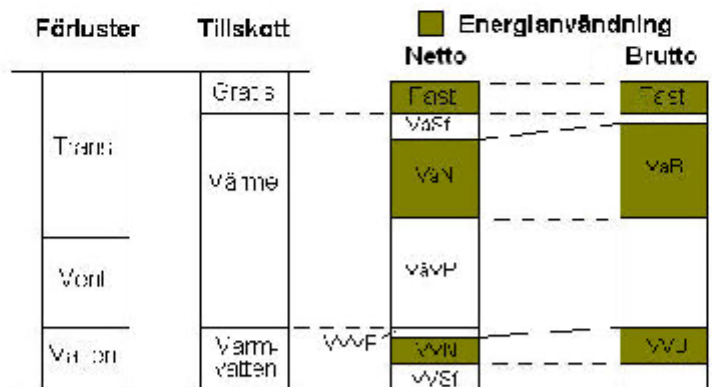
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VaSt	Energi från solfångare till värme
VVSt	Energi från solfångare till varmvatten
VaVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVa	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVv	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VaN	Värme Netto = Värme - VaSt - VaVP
VvN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSt - VVVP
VaB	Värme Brutto = VaN / nVa
VvB	Varmvatten Brutto = VvN / nVv

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förbruker			Tillskott			Energlanv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	V&B + VVB	Kyla
Jan	27090	7039	5690	10140	23989	5690	2438	30285	0
Feb	25164	6538	5140	11179	20523	5140	2202	26186	0
Mar	24249	6301	5690	14823	15727	5690	2438	21854	0
Apr	19222	4994	5507	17002	7214	5507	2359	12980	0
Maj	12783	3321	5690	12735	3369	5690	2438	9244	0
Jun	8317	2161	5507	8996	1482	5507	2359	7131	0
Jul	5874	1526	5690	6533	867	5690	2438	6691	0
Aug	6519	1694	5690	7156	1057	5690	2438	6885	0
Sep	10265	2667	5507	10294	2638	5507	2359	8311	0
Okt	16381	4256	5690	12239	8398	5690	2438	14376	0
Nov	20727	5385	5507	11763	14349	5507	2359	20261	0
Dec	25669	6669	5690	9871	22467	5690	2438	28732	0
Totalt	202260	52551	67000	132731	122080	67000	28700	192939	0

Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,5	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	21	0
Infiltration inkl. fönstervädring, oms/h	0,25	0
Ventilationsflöde, l/s per m²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärmd)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	85	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	58700	0
Fastighetsenergi, kWh/år	28700	0
Antal personer, genomsnitt, st	25	0
Årsvärmeffaktor	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
Soitångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Soitångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	67000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyta, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyta, 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/m²)	14	26	57	114	152	155	166	129	78	43	21	10

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvyta, m²:	1677,0
Volym, m³:	4192,50

Yta	Area, m²	U, W/m², °C	Orientering, °
Gavel väst	87,2	0,35	270
Gavel öst	87,2	0,35	90
Tak	639,7	0,26	
Uppvärmd källare	1008,7	0,31	
Vägg norr	344,8	0,41	0
Fönster 2	40,8	1,90	
Fönster 1	41,4	1,90	
Fönster 3	18,0	1,90	
Fönster 4	11,7	1,90	
Fönster 5	24,6	1,90	
Vägg söder	198,4	0,41	180
Fönster 2	63,0	1,80	
Fönster 1	37,8	1,80	



Fönster 3	7,8	1,80
Fönster 5	34,8	1,80
Fönster 4	38,7	1,80
Fönster 6	12,6	1,80
Fönster 7	22,2	1,80
Fönster 8	9,9	1,80
Dörr	56,1	1,80

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Fönster och dörrar med infästning i trä	891,00	0,03
Mellanbjälklag gavel	43,10	0,07
Balkongvägg	66,80	0,39
Takbjälklag	140,40	0,14
Hörn	32,40	0,12
Balkongplatta	118,84	0,20
Ytervägg trä / mellanbjälklag btg	118,85	0,18
Ytervägg trä / mellanvägg btg	144,00	0,13
Källarbjälklag	140,40	0,40

10.4.8 Bilaga 8: Rivning

Dessa uppgifter kommer efter samtal med Boris Kozic´ på Vision AB som är ett bolag inriktat på demolering. Uppgifterna är grovt uppskattade och ska därför bara betraktas som riktvärden.

Betongplattor 518m² ytterfasad

Betongplattornas storlek beräknas vara 2,7x2x0,8 och väga ca 1 ton. Skivornas form ser ut som ett upp och nervänt L där ovankantens insida är utformad som en klack. Den över delen är påhängd på de utåtstickande klackarna från bakomliggande husvägg eller betongbjälklag samt är fixerade i horisontell led av en fastgjuten dubb. Nedan kanten på skivan är utformad som en skåra där de fastgjutna dubbarna från understående skivans överkant håller fast skivan. (tolkning av k-ritning)

Boris gav två förslag till nedmontering .

Borra två hål i betong plattorna för fäste av dubb med öglor för att möjliggöra koppla till kran. Skära av infästningarna med hjälp av en lift.

Använda sig av en grävskopa med förlängd arm, gripa tag i betong skiva. Skära av infästningarna med hjälp av en lift.

Gavlar öst och väst 180m²

$$180\text{m}^2 \times \text{tjocklek } 0,08\text{m} = 14,4\text{m}^3$$

Total vikt av betong avfall per hus beräknas till 33 ton ca: 3 containrar a´ 6000kr/st = 18000kr

$$\text{Rivningskostnad } 3300\text{kr/m}^3 \times 14,4\text{m}^3 = 47520\text{kr}$$

Totalpris för demolering transport och återvinning 65520kr

Utfackningsväggar norr och söder 210m²

$$210\text{m}^2 \times \text{tjocklek } 0,08\text{m} = 14,4\text{m}^3$$

Total vikt av betong avfall per hus beräknas till 39 ton ca: 4 containrar a´ 6000kr/st = 24000kr

$$\text{Rivningskostnad } 3300\text{kr/m}^3 \times 16,8\text{m}^3 = 55440\text{kr}$$

Totalpris för demolering transport och återvinning 79440kr

Eternit 200m²

Utfacknings väggarna på den södra sidan är beklädda med eternit. Varsam nedmontering för hand via de befintliga balkongerna för att minimera spridning av aspets damm. Mobil containrar lyftes upp på balkongerna för att underlätta transport av avfall.

Kostnad för nedmontering beräknas till 120kr/m²

Eterniten eller interniten beräknas väga ca 50kg/m²

Avfallshantering kostar 1200kr/ton på återvinnings station

Totalpris för demolering transport och återvinning 50000kr

Balkongplattor 240m²/ Balkongvägg 100m²

Balkongerna består av en platsgjuten betongplatta som dels är infäst i bjälklaget med armeringsjärn samt i de utåtstickande betongväggarna. Metod för demolering enligt Boris är antingen att man kapar upp plattan i mindre bitar eller att man använder sig an en grävsropa med betong kross käftar och ”äter” sig in till husfasaden. Där efter ren sågar man fasaden medhjälp av en lift och kap. Liknade tillväga gångs sätt för balkongväggen.

Beräknad kostnad för nedmontering 3300kr/m³

$240\text{m}^2 + 100\text{m}^2 = 340\text{m}^2$ vid en uppskattad tjocklek på 0,2 m = 68 m³

Kostnaden för rivning $68\text{m}^3 \times 3300\text{kr}/\text{m}^3 = 224400\text{kr}$

68 m³ ger 156,4 ton rivnings avfall (d=2,3)

8ton / container, 6000kr/container ger 156,4ton/8ton 20st containrar
totalsumma 120000kr

Extra kostnader 30000kr för sågning och hjälputrustning.

Totalpris för demolering transport och återvinning 374400kr

Tak 720m²

Kostnad för nedmontering 300kr/m³

Nedmontering 216000kr

Avfallshantering 20000kr

Hjälpmedelskostnad 30000kr

Totalsumma 266000kr

Totalrivningskostnad

Totalkostnad 835360 kr

Beräkning med nuvärdesmetoden

Kalkylränta	3%	kr / kWh	0,64 enligt Lunds Energi
bostads area (1 hus)			1 677 m ²
bostads area (28 hus)			46 956 m ²

ursprungligt, 1 hus	kWh besparing	årkostnad	besparing/år	investering	återbetalning	Resultat	Återbetalningstid
ursprungligt, 28 hus		188 kWh/m ² år	201 777	-			
		188 kWh/m ² år	5 649 746	-			

Resultat beräknat på en återbetalningstid på 15 år

Byte av fönster	40	148 kWh/m ² år	158 845	42 931	1 950 000	512 510	-1 437 490	30 < år
renoverat fönster 1,4	25	163 kWh/m ² år	174 945	26 832	450 000	320 319	-1 29 681	13 år
renoverat fönster 1,8	20	168 kWh/m ² år	180 311	21 466	225 000	256 255	31 255	24 år
köldrygga balkongvägg	2	186 kWh/m ² år	199 630	2 147	18 000	25 625	7 625	10 år

Resultat beräknat på en återbetalningstid på 30 år

FTX	34	154 kWh/m ² år	165 285	36 492	613 000	715 250	102 250	24 år
tilläggsisol 170 + plastfolie	19	169 kWh/m ² år	181 384	20 392	2 250 000	399 698	-1 850 302	30 < år
tilläggsisol 45 + plastfolie	11	177 kWh/m ² år	189 971	11 806	200 000	231 404	31 404	25 år
tilläggsisol tak 200mm	3	185 kWh/m ² år	198 557	3 220	18 000	63 110	45 110	7 år
tilläggsisol tak 400mm	6	182 kWh/m ² år	195 337	6 440	716 000	126 221	-589 779	30 < år
tilläggsisol gavel	2	186 kWh/m ² år	199 630	2 147	132 000	42 074	-89 926	30 < år

alt. 1	101	87 kWh/m ² år	93 375	108 401	5 754 000	1 795 752	-3 958 248	30 < år
alt. 2	70	118 kWh/m ² år	126 647	75 130	1 088 000	1 291 645	203 645	20 år
alt. 3	56	132 kWh/m ² år	141 673	60 104	857 000	997 130	140 130	19 år

Källa fjärrvärmepris:

[Lunds energi \(2011\): Privat värme fjärrvärme fjärrvärmepriser 2011. www.lundsenergi.se. 2011-05-14](http://Lunds_energi_(2011):_Privat_värme_fjärrvärme_fjärrvärmepriser_2011._www.lundsenergi.se_2011-05-14)

10.4.9 Bilaga 9: Ekonomi, nuvärdesmetoden

10.4.10 Bilaga 10: U-Norm, Köldbrygga balkongvägg

Namn: Köldbrygga befintlig balkongvägg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Mått: x →	2	.01	.095	.013	.3																									
meter y ↓	4	.045	.15	.045	.4																									

Material: Hjälp

Byt λ. Välj λ.

Namn	λ
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	0,04
asfaltsboad	0,065
Lättbetong	0,12
Trä	0,14
Golvspånskiva	0,18
Gipskiva	0,25
Tegelvägg	0,6
Puts	1
Betong	1,7
Rostfritt stål	17
Stål	50
Inneluft / Uteluft	-

Hämta data från databas

λ (1,5)=0

λ (1,1)=0

Randvillkor:

Hjälp, Väster, Öster, Söder, Norr

R: 0.13, 0.1, 0.17, 0.04

Temp: 20, 20, 20, 0, 0, 0

Uppvärm utrymne, Icke Uppvärm utrymne

Värmefföde = 0

Visa alla randvillkor

Resultat U-värdesberäkning med invärdiga mått

Ψ = 0,790 T_{ytta, in} = 12,993

Flöde E = 22,878 + -0,319 Antal celler =

Flöde R = 7,075 + -0,001 1600

Här namnger du fallet. Namnet kommer att synas när du ska hämta sparade fall. Ge därför ett sådant namn så att du lätt kan identifiera fallet.

Namn: Köldbrygga isolerad balkongvägg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Mått: x →	1,5	.5	.01	.095	.013	.3																							
meter y ↓	4	.045	.15	.045	.4																								

Material: Hjälp

Byt λ. Välj λ.

Namn	λ
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	0,04
asfaltsboad	0,065
Lättbetong	0,12
Trä	0,14
Golvspånskiva	0,18
Gipskiva	0,25
Tegelvägg	0,6
Puts	1
Betong	1,7
Rostfritt stål	17
Stål	50
Inneluft / Uteluft	-

Hämta data från databas

λ (1,1)=0

λ (1,1)=0

Randvillkor:

Hjälp, Väster, Öster, Söder, Norr

R: 0.13, 0.1, 0.17, 0.04

Temp: 20, 20, 20, 0, 0, 0

Uppvärm utrymne, Icke Uppvärm utrymne

Värmefföde = 0

Visa alla randvillkor

Resultat U-värdesberäkning med invärdiga mått

Ψ = 0,398 T_{ytta, in} = 16,051

Flöde E = 15,039 + -0,218 Antal celler =

Flöde R = 7,075 + -0,002 1600

Ange R och Temp på rätt ställe (Uppvärm eller Icke uppvärmt utrymme). Klicka på 'Hjälp' för att se hur inmatningen av randvillkoren ska göras. R = Rsi eller Rse (plus värmemotstånd för vindutrymme eller luftspalt och fasad).