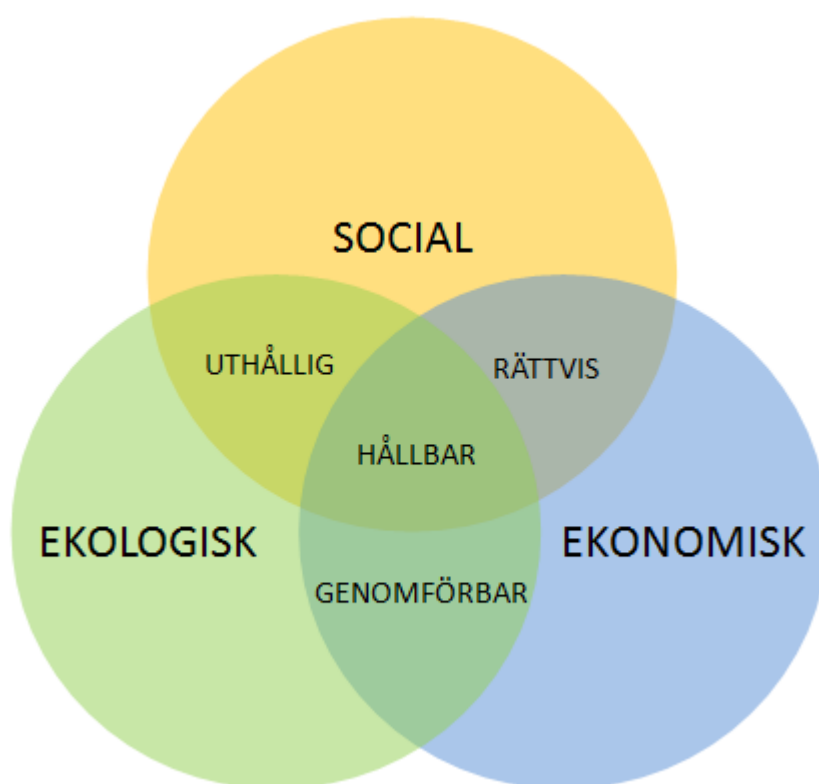


Verifiering av Renobuild, en beslutsmetodik för hållbar renovering – fyra fallstudier

Kristina Mjörnell, Linus Malmgren, Stefan Elfborg,
Carl-Magnus Carpener



Verifiering av Renobuild, en beslutsmetodik för hållbar renovering - fyra fallstudier

Kristina Mjörnell, Linus Malmgren, Stefan Elfborg,
Carl-Magnus Carpener

Abstract

A systematic methodology, called Renobuild, has been developed to evaluate and compare renovation alternatives based on environmental, economic and social perspectives. The aim is to assist property owners that are facing deep renovation to find the most optimal combination of measures to achieve cost effective and energy efficient solutions, with minimal environmental impact and without negatively impact social aspects for residents. The aim of the methodology is to compare different renovation alternatives based on abovementioned sustainability criteria.

In this report the Renobuild methodology is verified through four case studies. Three of the case studies are performed on apartment buildings, the fourth study was performed on a kindergarten when the Renobuild methodology was still under development. Because this study differs slightly from the others, it is placed as an appendix to the report. The case studies are based on actual renovation projects, which have been modified slightly to better support the verification of the methodology. For each case study several renovation alternatives have been evaluated with regard to sustainability – economic, environmental and social aspects have been compared. In the final stage of each case study the results have been presented graphically, and pros and cons of each alternative have been discussed.

One of the most difficult challenges is to find correct input to be able to take informed decisions. For Renobuild this becomes problematic because the intention is to carry out analyses in early stages, when input is still unreliable and many estimations have to be made. Users of Renobuild must be aware of these issues. The analysis can however be repeated at later stages when more data is available, it can also be used to evaluate the outcome of already completed renovation projects.

We feel that the case studies have shown that there is a benefit in using the Renobuild methodology. It provides building owners or property managers that are facing deep renovation with an opportunity to compare different renovation alternatives from a sustainability perspective. The methodology can for example help to identify renovation alternatives that can provide large environmental or social benefits, with only a small increase in cost.

case study, decision support tool, methodology, renovation, sustainable

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2014:70
ISBN 978-91-88001-15-3
ISSN 0284-5172
Borås 2014

Innehållsförteckning

Abstract	3
Innehållsförteckning	4
Förord	7
Sammanfattning	8
1 Introduktion	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	9
2 Beskrivning av metodiken	10
2.1 Ekonomi	10
2.2 Miljö	11
2.3 Sociala aspekter	11
2.4 Samlad bedömning	12
3 Apan och Dromedaren	13
3.1 Förutsättningar och bakgrund	13
3.2 Planerade åtgärder	13
3.3 Livscykelkostnadsanalys (LCC)	14
3.3.1 Förutsättningar och begränsningar	14
3.3.2 Indata	15
3.3.2.1 Investeringsposter	15
3.3.2.2 Reinvestering och utbyte	15
3.3.2.3 Löpande drift och underhåll	15
3.3.2.4 Energikostnader	15
3.3.2.5 Hyresintäkter till följd av renoveringen	15
3.3.3 Resultat	15
3.4 Livscykelanalys (LCA)	16
3.4.1 Förutsättningar och begränsningar	16
3.4.2 Indata	17
3.4.3 Resultat	18
3.5 Social konsekvensbeskrivning	19
3.5.1 Förutsättningar	19
3.5.2 Genomförande	19
3.5.3 Resultat	19
3.6 Sammanvägd hållbarhetsanalys	21
3.7 Diskussion	22
4 Katjas gata	23
4.1 Förutsättningar	23
4.2 Planerade åtgärder	24
4.2.1 Fastighetsägarens förslag till åtgärder	24
4.2.1.1 Installationssystem	24
4.2.1.2 Tilläggsisolering och nytt tak	24
4.2.1.3 Krypgrund	24
4.2.1.4 Byte av fönster och fönsterdörrar	25
4.2.1.5 Tilläggsisolering av ytterväggar	25
4.2.1.6 Balkonger	25

4.2.1.7	Fjärrvärme undercentral	25
4.3	Livscykelkostnadsanalys (LCC)	25
4.3.1	Förutsättningar	25
4.3.1.1	Förenklingar och antaganden	26
4.3.1.2	Investeringsposter	26
4.3.1.3	Reinvestering och utbyte	26
4.3.1.4	Löpande drift och underhåll	26
4.3.1.5	Energikostnader	26
4.3.1.6	Hysesintäkter och bortfall	27
4.3.2	Resultat	27
4.4	Livscykelanalys (LCA)	28
4.4.1	Förutsättningar och begränsningar	28
4.4.2	Indata	28
4.4.3	Resultat	29
4.5	Sociala aspekter	31
4.5.1	Förutsättningar	31
4.5.2	Genomförande	31
4.5.3	Resultat	31
4.6	Sammanvägd hållbarhetsanalys	33
4.7	Diskussion	34
5	Garvaren	35
5.1	Förutsättningar	35
5.2	Planerade åtgärder	35
5.3	Livscykelkostnadsanalys (LCC)	36
5.3.1	Förutsättningar och begränsningar	36
5.3.2	Indata	36
5.3.2.1	Investeringsposter	36
5.3.2.2	Reinvestering och utbyte	37
5.3.2.3	Löpande drift och underhåll	37
5.3.2.4	Energikostnader	37
5.3.2.5	Hysesintäkter till följd av renoveringen	37
5.3.3	Resultat	37
5.4	Livscykelanalys (LCA)	38
5.4.1	Förutsättningar och begränsningar	38
5.4.2	Indata	39
5.4.3	Resultat	39
5.5	Sociala aspekter	41
5.5.1	Förutsättningar	41
5.5.2	Genomförande	41
5.5.3	Resultat	41
5.6	Sammanvägd hållbarhetsanalys	43
5.7	Diskussion	43
6	Avslutande diskussion	45
7	Referenser	46
8	Bilaga 1: Ljungagården	47
8.1	Förutsättningar	47
8.1.1	Planerade åtgärder	49
8.1.2	Förenklingar	51
8.1.3	Indata	51
8.2	Livscykelkostnadsanalys (LCC)	52
8.3	Livscykelanalys (LCA)	53

8.4	Social konsekvensbeskrivning	55
8.5	Sammanvägd hållbarhetsanalys	58
8.6	Diskussion	59

Förord

Inom forskningsprojektet Renobuild har vi tagit fram en metodik för att utvärdera olika renoveringsalternativ utifrån miljömässigt, ekonomiskt och socialt perspektiv. Denna rapport presenterar fyra olika fallstudier där metodiken har verifierats. Fallstudier har genomförts för tre flerfamiljshus och en förskola.

Under tiden som Renobuild-metodiken har utvecklats har det funnits ett intresse från fastighetsägare och konsulter att använda den. Vår förhoppning är att den kommer att användas flitigt och även fortsättningsvis utvecklas för att kunna användas för fler typer av byggnader och i fler sammanhang.

Information till de fyra fallstudierna har tillhandahållits av Bostads AB Poseidon, MKB Fastighets AB, Uddevallahem AB och Borås Stad. I huvudsak är det sex forskare från SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut som har utvecklat metodik och verktyg förutom LCC-verktyget som utvecklats av Älvstranden Utveckling AB. Projektet Renobuild har finansierats av Formas-BIC och vi vill passa på att tacka för stödet från Formas och deltagande företag som gjort det möjligt för oss att utveckla Renobuild-metodiken och tillhörande verktyg.

Kristina Mjörnell
Projektledare för Renobuild

Sammanfattning

En systematisk metodik som vi kallar Renobuild har utvecklats för att utvärdera olika renoveringsalternativ utifrån miljömässigt, ekonomiskt och socialt perspektiv. Syftet är att den ska hjälpa fastighetsägare som ska genomföra en omfattande renovering att hitta den mest optimala kombinationen av åtgärder för att erhålla en kostnadseffektiv energieffektivisering, med liten miljöpåverkan och utan att negativt påverka sociala aspekter för de boende. Den bygger på att renoveringsalternativ utvärderas utifrån olika hållbarhetskriterier.

I denna rapport verifieras metodiken genom fyra fallstudier. Tre av fallstudierna är genomförda på flerbostadshus, den fjärde studien genomfördes på en förskola då Renobuild-metodiken fortfarande var under utveckling. Eftersom denna studien skiljer sig från de övriga ligger den som en bilaga till rapporten. Fallstudierna bygger på verkliga renoveringsprojekt, men de har modifierats något för att passa bättre för verifieringen av metodiken. För varje fallstudie har flera olika renoveringsalternativ jämförts med avseende på hållbarhet, där ekonomi, miljö och sociala aspekter har jämförts. Resultaten presenteras sedan grafiskt för varje fallstudie och en diskussion förs om fördelar respektive nackdelar med de olika alternativen.

Vi kan konstatera att en av de svåraste utmaningarna med att ta fram beslutsunderlag är att finna korrekt indata. För Renobuild blir detta ett problem när man vill genomföra analyser i tidiga skeden, då många indata ofta är osäkra och många uppskattningar måste göras. Detta är något som man måste vara medveten om som användare. Analysen kan emellertid upprepas i senare skeden när mer data finns tillgängliga och även användas för att utvärdera utfallet av genomförd renovering.

Vi upplever att det finns en nytta med att använda Renobuild-metodiken. Den ger byggherrar eller fastighetsförvaltare som står inför en omfattande renovering en möjlighet att göra en tydlig jämförelse mellan olika renoveringsalternativ ur ett hållbarhetsperspektiv. Metodiken ger möjlighet att lyfta fram renoveringsalternativ som med en liten kostnadsökning kan ge stora miljö- eller sociala vinster.

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Förnyelse, ombyggnad och renovering av befintlig bebyggelse har blivit en allt mer aktuell fråga de senaste åren. Det stora renoveringsbehovet beror inte bara på byggnadernas och de tekniska systemens ålder. En annan orsak är att byggherrar, fastighetsägare och förvaltare har krav på sig att minska energianvändningen. Utveckling har också skett i synen på bostadens funktionalitet och på social och kulturell struktur, liksom infrastruktur och områdesservice. Sammantaget kan detta innebära omfattande renoveringar med åtgärder i t.ex. klimatskalet samt värme- och ventilationssystemet. För att uppnå ett bra resultat bör fastighetsägaren välja åtgärder som är kostnadseffektiva, samtidigt som man inte försämrar innemiljön, ökar miljöpåvekan eller gör avkall på den arkitektoniska kvaliteten och tar hänsyn till sociala faktorer. Att beakta alla dessa aspekter är givetvis en utmanande uppgift för dem som har till uppgift att ta fram renoveringsförslag.

Idag finns det få tillgängliga beslutsverktyg som kan hjälpa fastighetsägare och byggherrar att utvärdera olika renoveringsalternativ med hänsyn till hållbarhetsaspekter. Ofta görs en utvärdering av kostnader, men investeringen är ofta kalkylerad för att återbetala sig på kort tid snarare än med hänsyn tagen till livscykelkostnad, trots att en mer omfattande renovering kan vara mer kostnadseffektiv i det långa loppet. Ofta saknas underlag och verktyg för att göra en utvärdering av hållbarhet som täcker in ekonomi, miljö och sociala aspekter.

Det övergripande syftet med Renobuild är att ta fram ett systematiskt tillvägagångssätt för att kunna jämföra olika renoveringsalternativ utifrån ekonomi, miljö och socialt perspektiv. Metodiken är tänkt att stödja vid utvärdering av olika renoveringsalternativ utifrån hållbarhetsperspektiven ovan.

1.2 Syfte

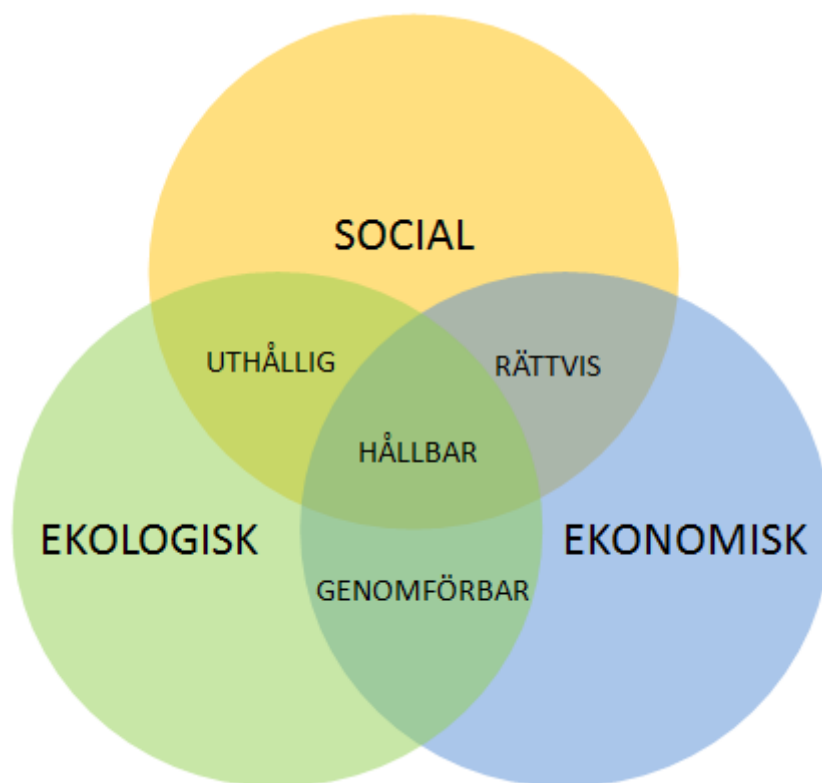
Syftet är att verifiera Renobuild-metodiken och att visa på hur den kan användas i praktiska tillämpning. Detta görs genom att Renobuild-metodiken används på fyra renoveringsfall som baseras på verkliga projekt. Data för fallen har modifierats något för att kunna användas och för att utvärdera metodiken på bästa sätt, därför speglas inte de verkliga förutsättningarna eller resultaten och fallen ska i första hand ses som exempel.

Metodiken har utvecklats varefter den använts i fallstudierna som har genomförts. Ljungagården fungerade som ett pilottest, metodiken och resultaten från denna fallstudien ser något annorlunda ut jämfört med de andra fallstudierna, därför har vi valt att lägga den som en bilaga till rapporten.

2 Beskrivning av metodiken

Detta kapitel ger en kort beskrivning av metodiken som bakgrund och förståelse för fallstudierna, samt för att kunna tolka resultaten i denna rapport. En utförligare beskrivning av metodiken och hur den utvecklats återfinns i Mjörnell et al. (2014).

Renobuild-metodiken utvärderar hållbarhet genom att väga samman de tre aspekterna ekonomi, miljö och social hållbarhet. Genom att uppnå en balans mellan de tre, kan man som användare identifiera hållbara renoveringsalternativ, se Figur 1. I metodiken utvärderas de olika aspekterna var för sig och sedan tillsammans för att ge en sammanlagd bild av hållbarheten för de olika alternativa förslagen. För att kunna genomföra analysen med gott resultat krävs ett relativt omfattande underlag, vilket kan innebära ett betydande arbete för en fastighetsägare. Men detta är nödvändigt för att resultaten ska kunna jämföra hållbarhet mellan olika alternativ. Samtidigt är Renobuild-metodiken tänkt att användas i tidiga skeden där många indata kan vara osäkra, vilket man som användare också måste vara medveten om. I följande underkapitel beskrivs hur de tre aspekterna av hållbarhet utvärderas.



Figur 1 Aspekter som tillsammans ger hållbara lösningar

2.1 Ekonomi

Den ekonomiska aspekten av hållbarhet utvärderas genom en livscykelkostnadsanalys (LCC) för att beräkna de kostnader som uppstår över hela livscykeln. Analysen utförs genom att kostnader och intäkter för de olika renoveringsalternativen sammanställs över en bestämd beräkningsperiod, vilket ger resultat där olika alternativ kan jämföras mot varandra. Det finns flera olika kalkylverktyg på marknaden som kan utföra LCC-analyser, vissa är specialiserade för olika tillämpningsområden. I Renobuild har ett verktyg speciellt utvecklat för LCC-analys av renovering av fastigheter använts. Verktyget är utvecklat av Älvstranden Utveckling AB och finns fritt tillgängligt på deras hemsida (Älvstranden 2014).

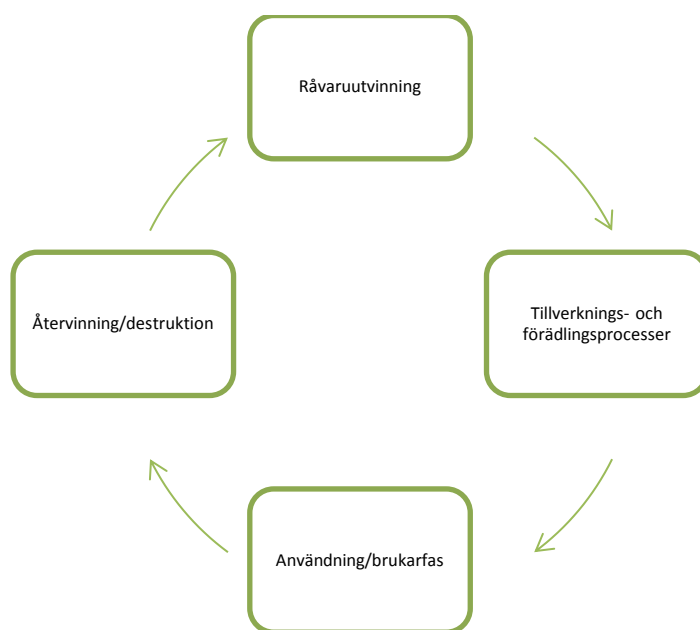
Indata till verktyget består av kostnader fördelade över flera områden:

- Investeringar
- Reinvesteringar och utbyten under beräkningsperioden
- Löpande drift och underhållskostnader
- Energikostnader
- Förändring i hyresintäkter

2.2 Miljö

Hållbarhetsaspekten miljö utvärderas med hjälp av ett verktyg för livscykelanalys (LCA) framtaget inom Renobuild. Med LCA ges en helhetsbild av miljöpåverkan för olika alternativ från faserna råvaruutvinning, tillverkningsprocess, användning och återvinning/destruktion, inklusive transporter och energiåtgång, se Figur 2. Denna påverkan kan sen jämföras med de energibesparingar som uppstår efter en renovering. För faktorerna klimatpåverkan (ton CO₂-evk) och primärenergi (MWh) ger verktyget resultat för förändringen jämfört med om ingen renovering genomförs.

Att göra en komplett LCA-analys är emellertid komplext och tidskrävande, därför är verktyget som är framtaget i projektet förenklat för att ge användarna en rimlig arbetsinsats men samtidigt en möjlighet att uppskatta miljöpåverkan. Verktyget fokuserar på ett antal vanliga renoveringsåtgärder och faserna produktion, användning och avfallshantering. Verktyget presenteras närmare i en separat rapport (Boss & Lindahl 2014).



Figur 2 Livscykel inklusive transporter och energianvändning som LCA-verktyget tar hänsyn till

2.3 Sociala aspekter

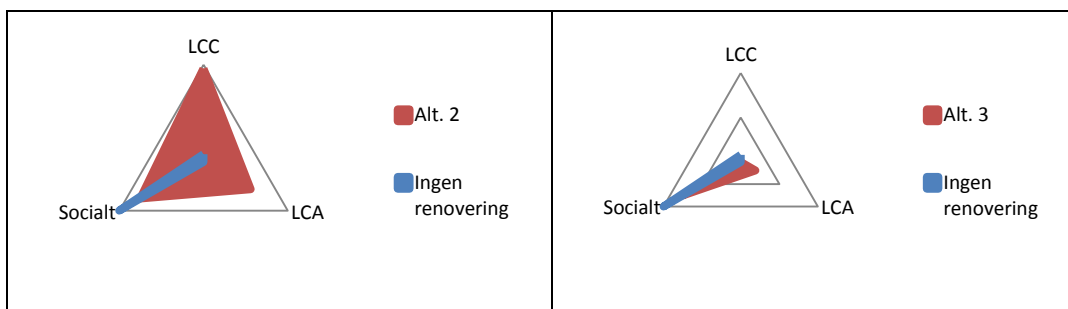
Utgångspunkter för social hållbarhet kan innefatta rättvisa, tillit och medborgerligt deltagande. Miljöer ska fungera för alla människor som ska använda dem. Det kan handla om service i bostadens närhet, tillgång till mötesplatser där ett omväxlande socialt liv kan uppstå samt att miljön har kvalitéer som människor lätt kan knyta an till.

Metoden som används för att värdera social hållbarhet är fortfarande i utvecklingskedet. Den består av sex olika delområden som är uppbyggda av ett antal indikatorer som beskriver vilken påverkan olika renoveringsalternativ ger. Varje indikator som påverkas av ett renoveringsalternativ graderas från 1-5 där högre betyg betyder en mer positiv påverkan.

2.4 Samlad bedömning

För att åskådliggöra hållbarhet och grafiskt presentera resultaten från de individuella analyserna utvärderades flera olika sätt att visualisera dessa. Slutligen valdes att visa resultaten i ett spindeldiagram där hållbarhetsaspekterna visas på tre olika axlar. Baserat på resultaten i de individuella analyserna graderas renoveringsalternativen inbördes mellan 0-100% där det bästa alternativet ges 100% och det sämsta 0%. Skalan för respektive axel i diagrammet i Figur 3 är 0-100%. Ett renoveringsalternativ som är hållbart kommer således att representeras av en stor yta. Ett mindre hållbart kommer att representeras av en mindre yta. Som referens finns alternativet att inte göra någon åtgärd inlagt i varje diagram.

På detta sätt kan användaren jämföra hållbarhet för olika alternativ på ett överskådligt sätt. Ingen viktning av resultaten har gjorts, men det finns möjlighet att vikta resultaten beroende på hur viktiga de olika aspekterna av hållbarhet är för en användare.



Figur 3 Exempel på sammanlagd bedömning av hållbarhet

3 Apan och Dromedaren

3.1 Förutsättningar och bakgrund

Renoveringsprojektet består av två fastigheter, kv. Apan och kv. Dromedaren som ligger i Limhamn, Malmö. Bakgrunden till projektet är att husen har ett stort behov av stambyte vilket initierade en förstudie. För ägaren MKB Fastighets AB (MKB) är det vanligt förekommande att man samtidigt som stambyte också genomför andra moderniseringar, t.ex. uppgradering av elsystemet. Underhållet av badrum samt vatten-, vvc- och avloppsstammar planerades genom en fysisk inventering av byggnaderna i kombination med analys av underhålls- och skadekostnader. För Apan och Dromedaren har man även valt att utreda möjligheten att konvertera det existerande ventilationssystemet till ett FTX-system.

Kv. Apan består av källarplan, bottenplan, 2 våningsplan och ett vindsplan. Totalt finns 29 lägenheter samt affärslokaler. Huset är uppfört 1948 och konstruerat med betongstomme och tegelfasad. Innan renoveringen är huset försörjt med fjärrvärme och vattenburet värmesystem med radiatorer. Det befintliga ventilationssystemet består av självdrag med kanaler i kök och badrum.

Kv. Dromedaren består av källarplan, bottenplan och 2 våningsplan, totalt finns 30 lägenheter. Det är byggt med betongstomme och tegelfasad, huset är uppfört 1948. På vindsplanet finns enbart lösullsisolering. Dromedaren är försörjd med fjärrvärme och ett vattenburet värmesystem med radiatorer. Den befintliga ventilationen är ett självdragssystem med kanaler i kök och badrum.

3.2 Planerade åtgärder

De planerade åtgärderna som är relevanta för att verifiera Renobuild-metodiken är:

- Byte av avlopps- och vattenledningar
- Badrumsrenovering
- Uppgradering av elsystem i lägenheter
- Konvertering av ventilationssystemet till FTX
- Konvertering av 2 av lokalerna i kv. Apan till lägenheter, en på bottenplanet och en på vindsplanet

Projektet är tänkt att genomföras som en utförandeentreprenad med fast pris. Stambyte och badrumsrenovering består av byte av hela tappvattenledningssystemet samt all tillhörande sanitetsarmatur. Inom badrummen ska alla installationer bytas och i köken ska nya blandare monteras. VVC-systemet ska rivas och ett nytt komplett system installeras. Alla spillvattenledningar ovan källargolv ska bytas ut. Detta medför att man också river alla badrum invändigt och bygger upp dessa med nytt kakel och klinker.

Alla elinstallationer i lägenheter ska också ersättas med nya skyddsjordade installationer. Befintliga vägguttag ska ersättas med nya samt, där det behövs fler installeras nya utanpåliggande. Även centraler ska bytas i de lägenheter där centralen är av äldre modell.

I projektet föreslås också det befintliga ventilationssystemet med självdrag ersättas med ett nytt FTX-system. Förslaget är att de befintliga självdragskanalerna ska behållas och förses med nya frånluftskanaler med anslutningslådor på vinden. Kanalsystem för tilluft förläggs på vinden och förses med fördelningslådor för lägenhetsvisa stamkanaler. Två luftbehandlingsaggregat med motströmsvärmexlare installeras i fläktrum på vinden för respektive hus och ansluts till värmesystemet. För konverteringen till FTX måste nya teknikutrymmen byggas på vindsplanen i husen.

För att kunna jämföra hållbarhetsaspekter för olika åtgärds paket har följande alternativ studerats med Renobuild-metodiken:

- Alt. 1. Stambyte- och badrumsrenovering, omdragning av el i lägenheter och konvertering till FTX
- Alt. 2. Stambyte- och badrumsrenovering, omdragning av el i lägenheter
- Alt. 3. Konvertering till FTX
- Alt. 4. Referens, ingen renovering, men löpande underhållskostnader belastar alternativet

3.3 Livscykelkostnadsanalys (LCC)

3.3.1 Förutsättningar och begränsningar

Förutsättningarna och de alternativ som har jämförts i livscykelkostnadsanalysen framgår ovan i kapitel 3.2. De generella förutsättningarna för kalkylen finns listade nedan:

- LCC beräkningsperiod 50 år
- Kalkylränta 5 %
- Årlig uppräknings av kostnader 2%
- Kapitalkostnad 4,5%
- Ingen amortering

För att kunna genomföra LCC-analysen har det varit nödvändigt att göra vissa förenklingar och antaganden. De viktigaste är presenterade nedan:

- Entreprenadkostnaden och energibesparingen på grund av installation av FTX är uppskattad, på grund av att analysen är utförd tidigt i processen då det inte funnits anbud.
- För drift, underhåll samt kostnader för energi har enbart kostnader som skiljer sig mot referensalternativet inkluderats. Därför motsvarar inte livscykelkostnaden den totala kostnaden utan visar bara skillnaden.
- Kostnader för drift, underhåll och skador förutsätts vara konstanta över beräkningsperioden. I verkligheten kommer dessa vara ökande allteftersom den kvarvarande livslängden minskar, speciellt för referensalternativet då ingen renovering görs.
- I underlaget för FTX är enbart vinster genom värmeåtervinning för ventilationsluften medräknade i kalkylen, ej ökade elkostnader för fläktar. Detta överdriver lönsamheten för investeringen.
- För referensalternativet har få underhållskostnader redovisats i underlaget, vilket gör att analysen kan framställa alternativet som bättre än det är i verkligheten.

3.3.2 Indata

3.3.2.1 Investeringsposter

Alla investeringsposter är uppskattade av MKB och baserat på erfarenheter från tidigare projekt. Entreprenadpriset inkluderar alla åtgärder beskrivna i kapitel 3.2 ovan.

Investeringsposterna för de olika renoveringsalternativen som jämförts i denna rapport finns redovisade i Tabell 1.

Tabell 1 Investeringsposter för MKBs renoveringsprojekt Apan och Dromedaren

Investeringsposter (kr)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
Entreprenad	14 160 000	12 160 000	2 000 000	-
Kakel/Klinker	590 000	590 000		-
Uppskattade ändringar, tillägg och avdrag (8%)	1 132 800	972 800	160 000	-
Projektledning (10%)	1 416 000	1 216 000	200 000	-
Bygganmälan	36 875	36 875	36 875	-
Moms (25%)	4 333 919	3 743 719	590 000	-
Ersättning till boende	381 450	381 450		-
Summa	22 051 044	19 100 844	2 986 875	-

3.3.2.2 Reinvestering och utbyte

I analysen räknas ytskikt i badrum ha en livslängd på 20 år, efter vilken de måste bytas ut till en kostnad av 80 kkr per badrum. Livslängden för FTX-anläggningen räknas till hela kalkylperioden, d.v.s. 50 år. Vid alternativet att inte renovera kommer kontinuerliga utbyten av badrum och åtgärdande av skador att behöva göras. Dessa räknas dock inte som utbyte, utan som en underhållskostnad. Troligtvis kommer ytterligare utbyten att behöva göras under beräkningsperioden, men underlag för både intervall och kostnader för dessa saknas för att göra en uppskattning, därför är detta inte inkluderat i analysen.

3.3.2.3 Löpande drift och underhåll

Genomförandet av stambyte och badrumsrenovering ger en sänkning av underhållskostnaden med 672 kkr per år enligt MKBs uppskattning. I LCC-modellen redovisas detta genom att denna besparing påförs som en extra kostnad i alternativen då inget stambyte och badrumsrenovering görs.

3.3.2.4 Energikostnader

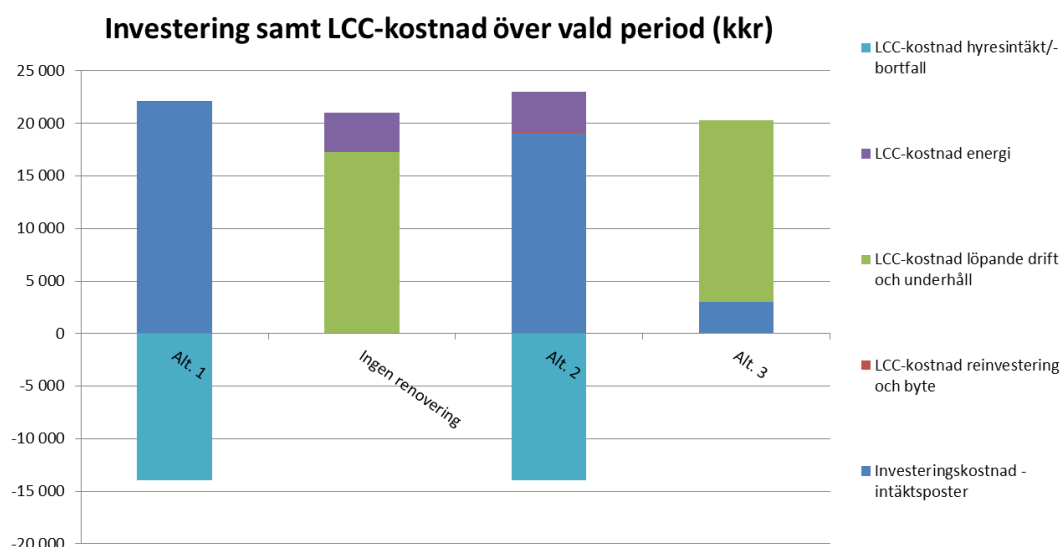
För det analyserade projektet är det bara konvertering till FTX som har markant inverkan på energiförbrukningen, besparingen är uppskattad av MKB. I LCC analysen påförs besparingen som en extra kostnad för de alternativ där man inte konverterar till FTX.

3.3.2.5 Hyresintäkter till följd av renoveringen

För de standardhöjande åtgärder som MKB genomför (kakel i badrum och jordat elsystem) räknar man med att höja hyran, totalt blir det en intäkt på 543 kkr per år. I modellen påförs hyreshöjningen som en negativ post för de alternativ där stambyte genomförs (modellen räknar kostnader som positiva och intäkter som negativa).

3.3.3 Resultat

Över kalkylperioden blir livscykelkostnaden lägst för alternativ 1 där man genomför stambyte, badrumsrenovering, moderinsättning av elsystemet samt konvertering till FTX-ventilation. Detta beror främst på att man kan tillgodoräkna sig hyreshöjningar tack vare den standardhöjning som nya badrum innebär, se Figur 4.



Figur 4 Investering samt livscykelkostnader sett över beräkningsperioden för projektet Apan och Dromedaren

Högst livscykelkostnad får referensalternativet där man inte genomför någon renovering. Att bara genomföra konvertering till FTX-ventilation (alt. 3) med övriga renoveringsbehov kvarstående skulle också leda till en hög kostnad, både beroende på det ökade underhållsbehovet och frånvaron av hyresintäkter. Tabell 2 och Figur 4 sammanfattar livscykelkostnaderna. Om resultaten fördelas inbördes på en skala 0-100% baserat på livscykelkostnad där alternativet med högst kostnad får 0% och det med lägst kostnad får 100%, fås den inbördes fördelningen i Tabell 2 nedan. Denna fördelning används sedan för att den sammanlagda hållbarhetsanalysen.

Tabell 2 Sammanfattning av livscykelkostnader för projektet Apan och Dromedaren

LCC-total (kr)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
Investeringsskostnad - intäktsposter	22 051 044	19 100 844	2 986 875	-
Kostnad reinvestering och byte	110 222	110 222	-	-
Kostnad löpande drift och underhåll	-	-	17 290 401	17 290 401
Kostnad energi	-	3 757 920	-	3 757 920
Kostnad hyresintäkt/-bortfall	-13 943 705	-13 943 705	-	-
Summa LCC-kostnad	8 217 561	9 025 280	20 277 276	21 048 321
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>100%</i>	<i>94%</i>	<i>6%</i>	<i>0%</i>

3.4 Livscykelanalys (LCA)

3.4.1 Förutsättningar och begränsningar

De allmänna förutsättningarna för LCA-analysen är de samma som beskrivits ovan och samma alternativ har analyserats som för LCC-analysen. I LCA-analysen används fallet då man inte gör någon åtgärd som en referensnivå vilket de andra alternativen relateras till, därför syns inte detta som ett alternativ i resultaten, utan resultaten visar skillnaden jämfört med referensalternativet. Även i denna analys har det varit nödvändigt att göra ett antal avsteg och förenklingar från de verkliga förhållanden för att praktiskt kunna genomföra analysen. Det beror på LCA-modellens begränsningar i vilka material och komponenter som kan analyseras. Nedan finns de viktigaste begränsningarna beskrivna:

- Byggnationen av teknikutrymme för installation ny ventilationssystem är inte inkluderad.
- Bara ett material för ventilationskanaler kan anges i modellen, därför anges både varmförzinkad stålplåt och veckad aluminiumslang som plåt.
- För installation av FTX-ventilation räknas enbart energibesparing från värmeåtervinning med. Underlag saknas för att uppskatta ökad elförbrukning.
- Material för nya badrum kan ej räknas med i modellen (kakel, klinker, blandare m.m.)
- Gällande modernisering av elsystemet är bara kablar med, inte elskåp, nya uttag, m.m.
- För konvertering av lokaler till lägenheter i kv. Apan räknas endast stambyte och FTX-relaterade åtgärder med, övrigt material kan modellen inte ta hänsyn till.

Uppgifter om mängder samt val av material och produkter är i största möjliga utsträckning baserade på ritningsunderlag och beskrivningar som är tillhandahållna av MKB. Även energibesparingspotentialen för FTX är baserad på MKBs uppgifter. Transportsträckor för respektive material är angivna från en av rapportförfattarna antagen tillverkningsort om det inte har framgått ur underlaget var tillverkningsorten finns. Densiteter och vikter för olika material och produkter är tillverkarens uppgifter eller baserat på generella materialdata.

3.4.2 Indata

Indata till analysen av miljöpåverkan finns beskriven i Tabell 3 nedan. Indata är uppdelad efter förändringar gjorda i kategorierna: ventilation respektive radiatorer, rör samt el. Dessa är de enda aktuella kategorierna för detta projektet.

Tabell 3 Indata för LCA av projektet Apan och Dromedaren

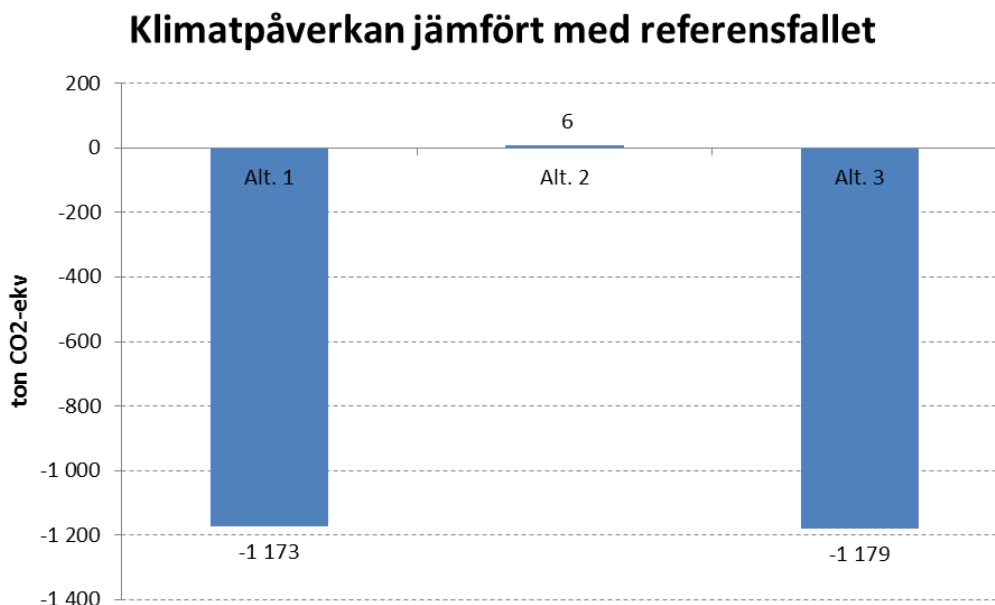
Ventilation	Praktisk livslängd (år)	Material	Vikt (kg)	Transport lastbil (km)	Ändring i värmeanvändning (kWh/år)
Ventilationskanaler	50	Stål	3654	118	-
Don och dämpare	30		-	416	-

Ventilation	Praktisk livslängd (år)	Typ av aggregat	Dim. luftflöde (m ³ /h)	Transport lastbil (km)	Ändring i energi-användning (kWh/år)
Luftflödesaggregat	30	FTX	2919	207	-173 590

Radiatorer, rör och el	Praktisk livslängd (år)	Vikt (kg)	Transport lastbil (km)
Kopparrör	50	19	609
PEX-rör	50	110	628
PP-rör	50	467	332
Gjutjärnsrör	50	581	147
Elledningar	50	388	260

3.4.3 Resultat

Resultatet av LCA analysen visar att klimatpåverkan minskar mest för alternativ 3 där man byter ventilationssystem från självdrag till FTX. Den minskade klimatpåverkan uppnås nästan uteslutande i användarfasen. Stambytet i sig (alt. 2) har en marginell negativ effekt för klimatpåverkan, beroende på tillverkningsfasen. Figur 5 visar resultaten för klimatpåverkan. I Tabell 4 visas också inbördes fördelning mellan alternativen baserat på klimatpåverkan, 100% representerar det bästa alternativet, 0% det sämsta. Dessa värden används som indata för den sammanlagda analysen.



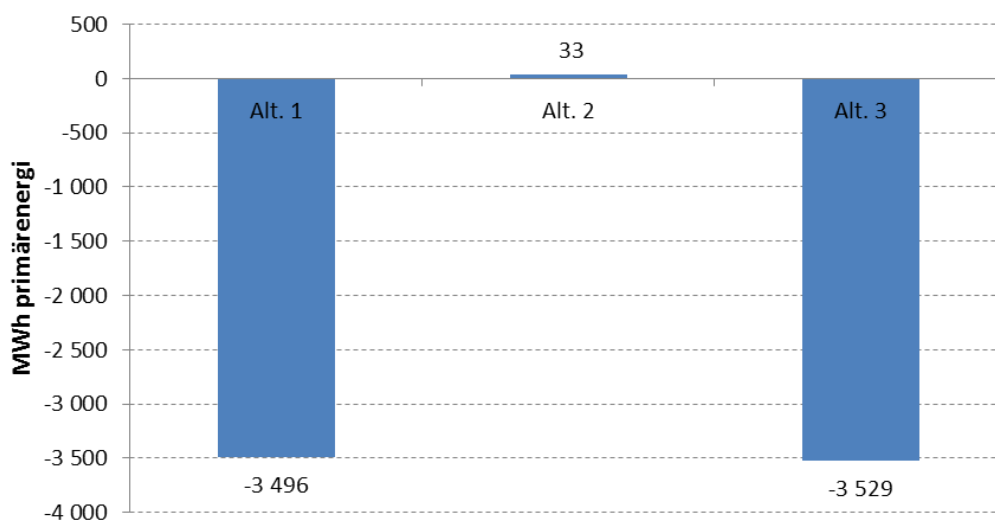
Figur 5 Klimatpåverkan för renoveringsalternativen för Apan och Dromedaren jämfört med referensfallet

Tabell 4 Klimatpåverkan och inbördes fördelning

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
Klimatpåverkan (ton CO ₂ -ekv.)	-1173	6	-1179	0
<i>Inbördes fördelning</i> (ton CO ₂ -ekv.)	<i>99,5%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>0,5%</i>

Resultaten för primäreenergi är liknande de för klimatpåverkan. Återigen har installationen av FTX (Alt. 3) en positiv inverkan i användarfasen, men man ska notera att ökad elförbrukning inte är medräknad. Klimatpåverkan för alternativ 1 och 3 är snarlika, medan enbart stambyte inte sparar någon energi och får då enligt modellen en oändlig återbetalningstid vilket skrivs ut som 999 år, se Tabell 5.

Användning av primärenergi jämfört med referensfallet



Figur 6 Användning av primärenergi jämfört med referensfallet för Apan och Dromedaren

Tabell 5 Miljö-återbetalningstid för Apan och Dromedaren

Återbetalningstid (år)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Klimatpåverkan	1,3	999,0	1,0
Primärenergi	2,3	999,0	1,9

3.5 Social konsekvensbeskrivning

3.5.1 Förutsättningar

Förutsättningar för den sociala konsekvensbeskrivningen av MKBs projekt i fastigheterna Apan och Dromedaren är att samma åtgärder utvärderas som för de andra två analyserna som ingår i bedömningen. Det har inte funnits specifik indata som underlag för den sociala konsekvensbeskrivningen, även om delar av underlaget som använts i de andra två analyserna har kunnat användas, t.ex. för att bedöma förbättringar i inomhusmiljö och störning samt buller under projektiden.

Där det inte funnits tillräckligt underlag för att bedöma en indikator, eller då en indikator bedöms som inte påverkas av renoveringen, har den utgått ur bedömningen. Detta ger ett begränsat underlag för att bedöma social påverkan.

3.5.2 Genomförande

Den sociala konsekvensbeskrivningen har gjorts av rapportförfattarna och bygger på tidigare kunskap och uppfattningar om projektets sociala konsekvenser, ej på data från faktiska studier gjorda bland boende i fastigheterna då det inte rymts inom projektets ramar att genomföra dessa. Metoden har varit att tillsammans resonera om varje indikator och baserat på kända fakta och tidigare erfarenheter dra slutsatser om dess relevans och påverkan.

3.5.3 Resultat

Nedan följer en sammanställning av de kategorier och indikatorer som påverkas av respektive renoveringsalternativ. Det visade sig att renoveringsalternativen har en påverkan i 5 av de 6 kategorierna i modellen. Högre betyg innebär ett bättre resultat enligt

modellen. I Tabell 6 nedan beskrivs de indikatorer som påverkas av respektive renoveringsalternativ och det ”betyg” som tilldelats.

Tabell 6 Utvärdering av sociala indikatorer för Apan och Dromedaren

Sammahållen stad	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
<i>Det finns variation i lokaltyper</i>	2	2	4	4
Samspel och möten	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
<i>Det finns olika kanaler för envägs och tvåvägskommunikation mellan fastighetsägare och hyresgäster såsom lokala hyresrättsförening, öppet hus, visningslägenheter, intresse grupper, svara på enkäter, delta i workshops, informationsmaterial.</i>	4	4	3	1
Ett fungerande vardagsliv	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
<i>Ombyggnaden förorsakar inte påtagliga störningar för de boende</i>	1	2	2	5
<i>Hyreshöjningen är rimlig</i>	3	3	5	5
<i>Standard och flexibilitet i lägenheten är goda</i>	4	4	2	2
Identitet och upplevelse	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
<i>I vilken utsträckning känner hyresgäster sig tvungna att flytta pga. renoveringen</i>	4	4	4	5
<i>Inomhusmiljön upplevs som god</i>	4	3	4	3

För kategorin sammanhållen stad ges en negativ påverkan när att antalet lokaler minskas genom att delar av lokalerna i fastigheten görs om till lägenheter.

För samspel och möten uppskattar vi att mer omfattande renovering också leder till att fastighetsägaren har en mer omfattande kommunikation med de boende. Vid stambyte är det t.ex. vanligt att MKB tillhandahåller en visningslägenhet där boende kan se det färdiga resultatet.

För kategorin ett fungerande vardagsliv orsakar alla alternativen påtagliga störningar för de boende under renoveringen. Baserat på den generella uppfattning vi har om hur fastighetsägaren höjer hyra i samband med stambyte bedömer vi höjningen som rimlig med tanke på åtgärden, även om den kan bli kännbar för många boende. Genom stambytet ges möjlighet för de boende att installera tvättmaskin i lägenheten vilket innebär en höjd standard. Standarden höjs också genom att man går från halvkladdade badrum till helkladdade.

Gällande identitet och upplevelse så finns det en viss, om än liten risk att hyresgäster känner sig tvungna att flytta på grund av renoveringen. Denna uppfattas dock som liten av författarna på grund av den relativt rimliga hyreshöjningen och den tidsbegränsade störningen. I de fall där FTX installeras fås också en förbättring i inomhusmiljön vilket ses som en positiv inverkan i denna kategorin.

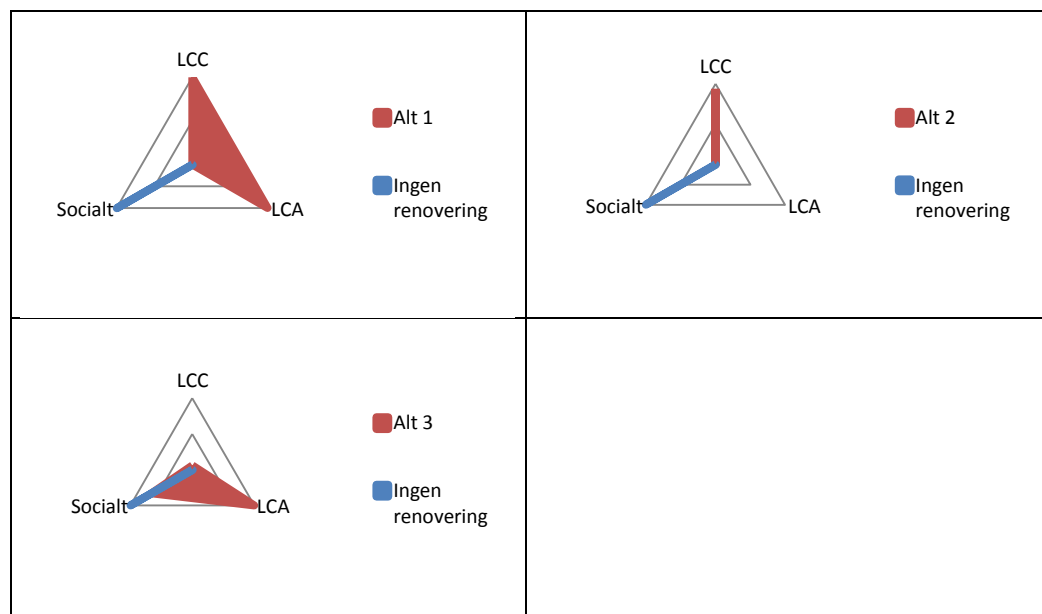
Tabell 7 nedan visar det sammanräknade resultatet av den sociala konsekvensbeskrivningen fördelat på respektive kategori. Alla alternativen är relativt lika, det bästa baserat på vår analys är referensfallet, ingen renovering, vilken får ett högt betyg i kategorin för ett fungerande vardagsliv. På grund av att alternativen är så lika är det dock svårt att dra några slutsatser kring resultaten. T.ex. innebär alternativet att inte göra någon renovering att man på sikt riskerar att få fler vattenrelaterade skador i badrummen som måste åtgärdas omgående med en eventuell sämre standard som följd, men detta syns inte i bedömningen. Tabellen visar också inbördes fördelning som används för den sammanvägda analysen.

Tabell 7 Samanlagt resultat av utvärdering av sociala indikatorer för Apan och Dromedaren

Kategori	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Ingen renovering
Sammanhållen stad	2	2	4	4
Samspel och möten	4	4	3	1
Ett fungerande vardagsliv	8	9	9	12
Trygghet och öppenhet	-	-	-	-
Identitet och upplevelse	8	7	8	8
Hälsa och gröna stadsmiljöer	-	-	-	-
Summa	22	22	24	25
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>66%</i>	<i>100%</i>

3.6 Sammanvägd hållbarhetsanalys

Den sammanvägda analysen visar att alternativet med stambyte, badrumsrenovering, uppgradering av elsystem samt konvertering till FTX (Alt.1) ger bäst hållbarhet ur miljö och ekonomiskt perspektiv, se Figur 7, men detta alternativ är samtidigt sämst med hänsyn till det sociala perspektivet. För referensalternativet är förhållandet omvänt, det är sämst med avseende på ekonomi och miljö, men har bäst resultat i det sociala perspektivet.



Figur 7 Sammanvägd hållbarhetsbedömning av projektet Apan och Dromedaren

I detta fallet visar det sig att den ökade hyresintäkten som man får genom att modernisera badrummen blir helt avgörande för livscykelkostnaden, speciellt då man sätter

beräkningsperioden till 50 år. För miljöpåverkan gör installationen av FTX hela skillnaden, den energibesparing man gör genom att installera återvinning av värmen står i princip för hela förändringen i påverkan. Således blir dessa parametrar helt avgörande för resultatet av analysen och i slutänden vilket alternativ man väljer.

3.7 Diskussion

Renoveringsprojekt där stambyte är en utlösande faktor har i utgångsläget ett annat fokus jämfört med då energieffektivisering har varit den primära anledningen till renovering. Inte desto mindre ger stambytet en möjlighet att också se över möjligheter att samtidigt genomföra energibesparande åtgärder med god ekonomisk lönsamhet och samtidigt få en överblick över miljöpåverkan och de sociala aspekterna för de olika alternativ som ställs mot varandra. Detta kan vara ett sätt att visa på synergieffekter och öka medvetenheten om vilken inverkan miljö- och sociala aspekter får för stambyte.

Denna fallstudie visar att det alternativ som medför störst investering också kan vara det bästa ur ett livscykelperspektiv, till stor del beroende på att de åtgärder man gör medför att man höjer standarden i lägenheterna, vilket motiverar en hyreshöjning.

De sociala aspekterna av de olika alternativen, inkl. referensalternativet, visar sig ha relativt lika konsekvenser. Underhållsrelaterade ingrepp som sker på byggnadsnivå (till skillnad från områdesnivå) visar sig ha en liten inverkan i det verktyg som används för utvärderingen. Om man vill förbättra de sociala aspekterna krävs mer omfattande åtgärder, vilket sällan görs inom ramen för underhållsprojekt. Däremot kan man tänka sig situationer där underhållsprojekt kombineras med andra åtgärder för att förbättra den sociala hållbarheten.

4 Katjas gata

4.1 Förutsättningar

Renoveringsprojektet består av ett punkthus med 4 våningsplan beläget i Göteborg, boytan är 1252 m². Fastighetsägarens syfte med projektet har varit att genomföra ett pilotprojekt där ett befintligt bostadshus från miljonprogrammet byggs om till lågenergistandard. Målsättningen har varit att åstadkomma en rimlig energiförbrukning med hjälp av praktiskt genomförbara åtgärder. Åtgärderna presenteras i kapitel 4.2 och har sitt ursprung i en förstudie genomförd av fastighetsägaren Bostads AB Poseidon.



Figur 8 Katjas gata innan renovering



Figur 9 Katjas gata efter genomförd renovering

4.2 Planerade åtgärder

Målsättningen för fastighetsägaren har varit att sänka husets energiförbrukning, för att uppnå målen har sju olika energibesparande åtgärder utretts. För varje åtgärd har man lämnat förslag på olika alternativ, t.ex. för fönster har man jämfört olika u-värden och för tilläggsisolering av ytterväggar har man studerat olika lösningar. Utöver de energibesparande åtgärder som redovisas i denna rapport har även en generell ombyggnad av fastigheten gjorts, men denna är inte redovisad i denna rapport eftersom de inte relaterar till energibesparing.

När förstudien inleddes stod huset inför ett generellt behov av upprustning, vilket medför alternativa underhållskostnader om ingen renovering genomförs, dessa kostnader finns redovisade som ett alternativ i analysen. De föreslagna åtgärderna och respektive alternativkostnad finns presenterade längre ner, för varje åtgärd finns också beskrivet vilket förslag som har använts för utvärdering med Renobuild-metodiken.

För att verifiera Renobuild-metodiken har olika åtgärder (se kap. 4.2.1) kombinerats till renoveringsalternativ och jämförts med varandra:

- Alt. 1. Referens, ingen renovering. Befintligt skick behålls och ökade drift och underhållskostnader påförs
- Alt. 2. Fastighetsägarens genomförda renovering exklusive installation av undercentral för fjärrvärme (åtgärd 1-6)
- Alt. 3. Byte av ventilationssystem (åtgärd 1)
- Alt. 4. Fönsterbyte, tilläggsisolering av fasad och tak (åtgärd 2, 4, 5)

4.2.1 Fastighetsägarens förslag till åtgärder

4.2.1.1 Ventilationssystem

Förslaget till förändring består av att installera ett nytt FTX-system. Totalkostnaden för förändringen inkluderar kostnaden för att bygga teknikrum på vinden. Förutom minskningen av energiförbrukningen av fjärrvärme har också den ökade energiförbrukningen på grund av fläktarna i FTX-systemet räknats med. I förstudien har två olika typer av FTX-system jämförts: FTX-system med eftervärmningsbatteri på tilluften i varje lägenhet respektive FTX med värme via radiatorer. I alternativkostnaden för att behålla det befintliga systemet har det tagits med nödvändiga underhållskostnader för att byta frånluftsaggregat och värmesystem, på grund av de stora brister som finns idag.

Använt för Renobuild: FTX med lägenhetsvisa eftervärmningsbatterier

Alternativkostnad (referens): Modernisering av det befintliga systemet

4.2.1.2 Tilläggsisolering och nytt tak

Förslaget innebär tilläggsisolering med 500 mm lösull på vindsbjälklaget, nya takstolar, ny takbeläggning m.m. Idag är vinden isolerad med 400 mm lösull, varför energibesparingen för detta alternativ blir liten. Dock behöver denna åtgärd delvis göras vid utbytet av installationssystemet, trots dålig lönsamhet. Som alternativkostnad räknas omläggning av tak och byte av skadad råspont.

Använt för Renobuild: Tilläggsisolering av vind

Alternativkostnad (referens): Mindre underhåll

4.2.1.3 Krypgrund

Denna åtgärd innebär att krypgrunden tilläggsisoleras med ca 300 mm leca på marken och upp till underkant av bjälklaget. En EPS-skiva sätts vertikalt vid kantbalkarna för att öka lufttäteten. Också ny dränering läggs och krypgrunden blir efter renovering till- och från lufts isolerad.

Använt för Renobuild: Tilläggsisolering av krypgrund, dränering och ventilation
Alternativkostnad (referens): Ingen åtgärd

4.2.1.4 Byte av fönster och fönsterdörrar

I förstudien jämfördes fönster med olika U-värden mellan 0,7 och 1,3. I förstudien påtalas vikten av att samtidigt se över köldbryggan vid fönstrets infästning. Bostads AB Poseidon har valt en fönsterinfästning som är utflyttad till tilläggsisoleringen. Detta alternativ är dock kostsamt att utföra. I alternativkostnaden är det inte medräknat att befintliga fönster måste bytas ut om 10 år, eftersom beräkningsmodellen inte klarar av detta.

Använt för Renobuild: Nya fönster med U-värde 0,9

Alternativkostnad (referens): Ingen åtgärd

4.2.1.5 Tilläggsisolering av ytterväggar

Tre olika alternativ för tilläggsisolering studerades.

- Ny yttervägg 200mm isolering+puts, samt nya utfackningsväggar
- Ny yttervägg 245mm isolering på regelstomme+skiva, inkl. nya utfackningsväggar
- Ny yttervägg 150mm isolering på regelstomme+skiva, samt nya utfackningsväggar

Utfackningsväggar finns vid balkonger och motsvarar cirka 10% av ytan. I alternativkostnaden ingår kostnader för betonglagning, hydrofobering, slamning och målning, samt målning av utfackningsfasader.

Använt för Renobuild: Tilläggsisolering 200mm och nya utfackningsväggar

Alternativkostnad (referens): Mindre underhållsåtgärder

4.2.1.6 Balkonger

Husets befintliga balkonger ger stora köldbryggor och kalla golv. Detta påverkar inte energiförbrukningen nämnvärt, men ger upphov till effekttoppar. I förstudien föreslås avsågning av de befintliga balkongerna som ersätts med en nya, större balkonger. Som alternativkostnad ges två olika varianter: lagning och slamning, alternativt lagning och slamning samt ny front. Det beskrivs som viktigt att åtgärda balkongerna för att kunna utföra effektiva åtgärder i krypgrund och sockel, men det är inte desto mindre en olönsam åtgärd.

Använt för Renobuild: Nya större balkonger

Alternativkostnad (referens): Betonglagning och slamning

4.2.1.7 Fjärrvärme undercentral

I nuläget uppstår kulvertförluster från undercentralen till den aktuella bygganden. I förstudien har det föreslagits att en undercentral installeras i byggnaden för att eliminera kulvertförlusterna. Alternativkostnaden är att antingen behålla befintlig undercentral, eller bygga en ny, högisolerad kulvert med mindre förluster.

Använt för Renobuild: Inget, åtgärden kan inte beräknas med verktyget som vi valt för LCA-analys

Alternativkostnad (referens): Ingen åtgärd

4.3 Livscykelkostnadsanalys (LCC)

4.3.1 Förutsättningar

Indata till analysen är baserad på tidiga kostnadskalkyler av fastighetsägaren som ger osäkra resultat, dessa ska därför ses som indikativa. Energiförbrukningen för de olika alternativen är teoretiska värden som också har tillhandahållits av fastighetsägaren. Fastighetsel, varmvatten och belysning är inte medräknade. De olika alternativ som har analyserats finns beskrivna i kapitel 4.2.

De generella förutsättningarna för livscykelkostnadsanalysen är beskrivna nedan:

- Beräkningsperiod 30 år
- Kalkylränta 5,75%
- Årlig uppräknings av kostnader 2,25%
- Kapitalkostnad 5,75%
- Ingen amortering

4.3.1.1 Förenklingar och antaganden

För att kunna genomföra analysen har det varit nödvändigt att göra flera olika förenklingar. De viktigaste är listade nedan:

- Investeringskostnaderna är framtagna i en förstudie gjord av Bostads AB Poseidon och är uppskattningar
- Energiförbrukning är uppskattade värden
- Kostnader för varmvatten och fastighetsel ingår ej
- Modellen kan ej ta hänsyn investeringar som är nödvändiga att göra längre fram under beräkningsperioden
- Framtida underhållskostnader måste uppskattas

4.3.1.2 Investeringsposter

I Tabell 8 nedan finns de alternativ och motsvarande investeringsposter som har jämförts i analysen.

Tabell 8 Investeringsposter för Katjas gata 119

Investeringsposter (kr)	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Installationssystem	625 000	1 106 250	1 106 250	625 000
Tilläggsisolering tak	250 000	2 300 000	250 000	2 300 000
Krypgrund	-	655 000	-	-
Fönster	-	338 562	-	338 562
Tilläggsisolering vägg	1 925 000	2 530 000	1 925 000	2 530 000
Balkonger	590 000	2 200 000	590 000	590 000
Summa	3 390 000	9 129 812	3 871 250	6 383 562

4.3.1.3 Reinvestering och utbyte

Reinvesteringar, periodiskt underhåll och mindre utbyten som behöver utföras under kalkylperioden finns med i analysen, t.ex. ommålning av fönster. På grund av modellens utformning kan man dock inte jämföra alternativ där man tar hänsyn till kvarvarande livslängd för t.ex. fönster. Därför blir fönster en investering år 0 även om de troligtvis skulle hålla 10 år till.

4.3.1.4 Löpande drift och underhåll

Ändrade underhållskostnader för ventilationssystem på grund av konvertering till FTX är medräknade i kalkylen. Det innebär högre underhållskostnader för FTX jämfört med att behålla F-systemet (3000kr per år jämfört med 1000kr per år).

4.3.1.5 Energikostnader

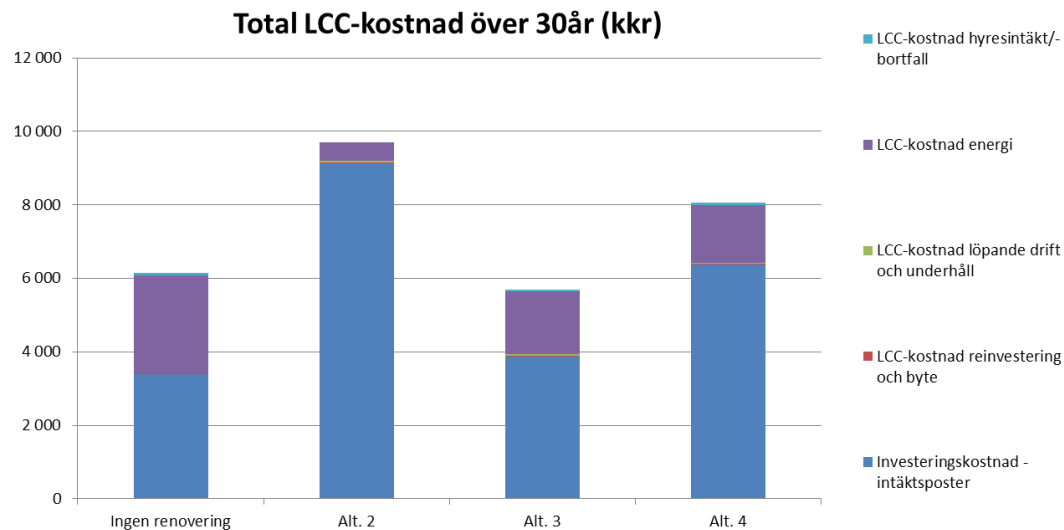
Förändrade energikostnader är kalkylerade för alla alternativ, framförallt ger de olika alternativen variation i förbrukning av fjärrvärme. Priset för el och fjärrvärme är uppskattade av Bostads AB Poseidon.

4.3.1.6 Hyresintäkter och bortfall

Den enda ändringen av hyresintäkter är utbytet till en ny, större balkong. Detta ger en ökad hyresintäkt om totalt 58 kkr per år. Hyresintäkten påförs som en kostnad på de övriga alternativen i modellen.

4.3.2 Resultat

Resultaten från LCC analysen presenteras i Tabell 9 och Figur 10 nedan. Den kombination av åtgärder som Bostads AB Poseidon har valt att genomföra har den högsta livscykelkostnaden av de alternativ som studerades, men det primära syftet har varit att utvärdera och testa olika åtgärder, inte att uppnå lägsta kostnad. Dessutom har man varit tvungen att genomföra mindre lönsamma åtgärder, t.ex. byte av tak för att kunna genomföra konverteringen till FTX. Anledningen till att man väljer att göra en dyrare, mer omfattande renovering, skulle exempelvis också kunna motiveras av att det finns underhållsbehov som enbart är en kostnad eller att man vill uppnå bra miljöprestanda.



Figur 10 Total livscykelkostnad över beräkningsperioden för Katjas gata

I Tabell 9 nedan är alternativen inbördes fördelade från 0-100%, där 100% representerar det bästa alternativet baserat på livscykelkostnad. Av de utvärderade alternativen har alternativ 3, enbart konvertering till FTX lägst livscykelkostnad, medan som tidigare nämnts, är det genomförda (alternativ 2) dyrast ur livscykelperspektiv.

Tabell 9 Resultat av LCA-analysen för Katjas gata

LCC-total (kr)	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Investeringsskostnad - intäktsposter	3 390 000	9 129 812	3 871 250	6 383 562
Kostnad reinvestering och byte	17 559	21 724	18 903	24 410
Kostnad löpande drift och underhåll	18 392	55 176	55 176	18 392
Kostnad energi	2 651 839	498 636	1 696 786	1 566 538
Kostnad hyresintäkt/-bortfall	60 914	0	60 914	60 914
Summa LCC-kostnad	6 138 705	9 705 348	5 703 029	8 053 816
<i>Procentuell fördelning (100%=bäst)</i>	<i>89%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>41%</i>

4.4 Livscykelanalys (LCA)

4.4.1 Förutsättningar och begränsningar

De allmänna förutsättningarna för LCA-analysen är de samma som för livscykelkostnadsanalysen och samma alternativ har analyserats. I LCA-analysen används fallet då man inte gör någon åtgärd som en referensnivå vilket de andra alternativen relateras till, därför syns inte detta som ett alternativ i resultaten, utan resultaten visar skillnaden jämfört med referensalternativet. Beräkningsperioden har satts till 30 år. För att kunna genomföra analysen har det varit tvunget att göra ett antal avsteg på grund av LCA-modellens begränsningar för vilka material och alternativ som är möjliga att analysera. Nedan finns de viktigaste avstegen beskrivna:

- Byte av balkonger, byggnation av teknikrum för FTX och ändrad infästning av fönster samt utfackningsväggar (10% av väggytan) utgår från analysen
- För tilläggsisolering av tak räknas enbart isolering, ej övrigt material för ombyggnad av taket
- För tilläggsisoleringen av krypgrunden räknas endast EPS-isolering

Uppgifter om material och produkter samt mängder och energibesparingspotential är i största möjliga utsträckning baserade på ritningsunderlag och beskrivningar som är tillhandahållna av fastighetsägaren. För resterande poster har antaganden gjorts av rapportförfattarna. Transportsträckor för respektive material är angivna från en av författarna antagen tillverkningsort, om det inte har varit möjligt att bestämma tillverkningsort med hjälp av underlaget. Densiteter och vikter för olika material och produkter är tillverkarens uppgifter eller baserat på generella materialdata.

4.4.2 Indata

Indata till analysen av miljöpåverkan finns beskriven i Tabell 10 nedan. Indata är uppdelad efter förändringar gjorda i kategorierna klimatskal respektive ventilation.

Tabell 10 Indata för ändringar i LCA-analysen av Katjas gata

Klimat-skäl	Livslängd (år)	Ändring i värme-behov (kWh/år)	Material-typ	Material (kg)	Transport med lastbil (km)
Isolering tak	30	-2 500	Stenull	4 710	163
Isolering kryppgrund	30	-7 400	EPS	132	96
Dörrar	30	-5 724	Glas trä/alu.	16 st	228

Klimat-skäl	Livslängd (år)	Ändring i värme-behov (kWh/år)	Material-typ	Yta (m ²)	Transport med lastbil (km)
Fasad	30	-43 600	A\8-15mm\Ej ventilerad\ EPS\200m m	743	98
Fönster	30	-26 076	Trä/metall	160	228

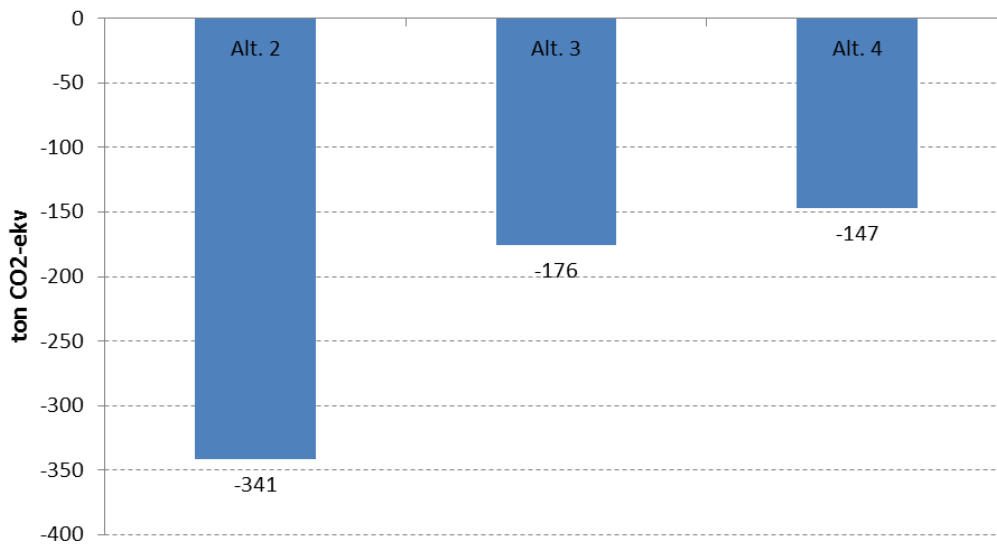
Ventila-tion	Livslängd (år)	Ändring i värme-behov (kWh/år)	Material	Vikt (kg)	Transport med lastbil (km)
Kanaler	30	-	Stål	870	183
Don och dämpare	30	-	-	-	265

Ventila-tion	Livslängd (år)	Ändring i värme-behov (kWh/år)	Ändring i elanvänd-ning (kWh/år)	Dimension erande luftflöde (m ³ /h)	Transport med lastbil (km)	Typ av system
Luftflödes aggregat	30	-73 800	2 840	1 836	233	FTX

4.4.3 Resultat

Resultaten visar att både klimatpåverkan och användning av primärenergi minskar mest med alternativ 2, som ger en ungefär dubbelt så stor besparing som de övriga alternativen. Det sämsta alternativet i analysen sett ur båda klimat och primärenergi är att enbart byta fönster och tilläggsisolera fasad och tak (alternativ 4). Att konvertera ventilationssystemet till FTX (alternativ 3) ger en något större förbättring av både klimatpåverkan och användning av primärenergi jämfört med alternativ 4, se Figur 11 och Figur 12. I Tabell 11 fördelas alternativen mellan 0-100% där 100% representerar det bästa alternativet.

Klimatpåverkan jämfört med referensfallet

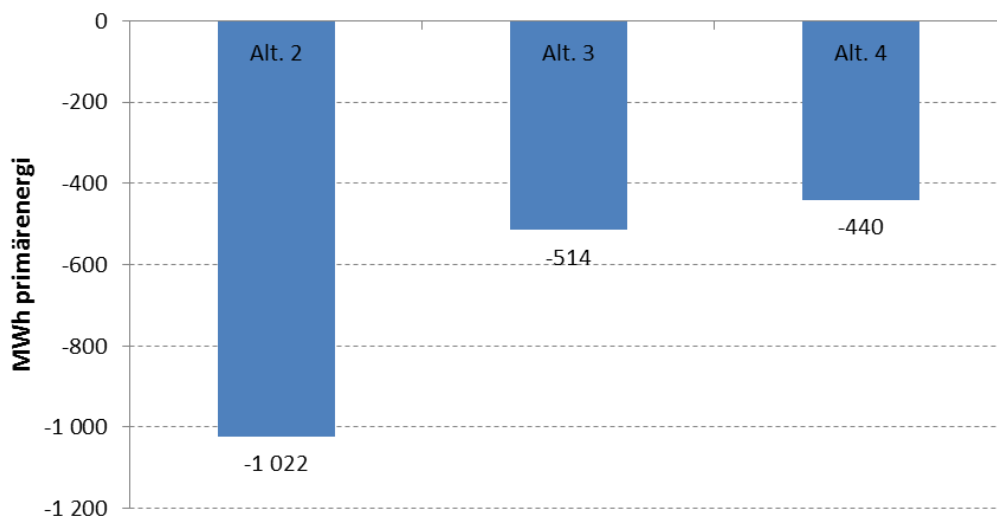


Figur 11 Klimatpåverkan jämfört med referensfallet för Katjas gata

Tabell 11 Inbördes fördelning av alternativ baserat på klimatpåverkan för Katjas gata

	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Klimatpåverkan (ton CO ₂ -ekv.)	0	-341	-176	-147
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>52%</i>	<i>43%</i>

Användning av primärenergi jämfört med referensfallet



Figur 12 Användning av primärenergi jämfört med referensfallet för Katjas gata

Tabell 12 Miljö-återbetalningstid för Katjas gata

Återbetalningstid (år)	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Klimatpåverkan	4,8	1,4	8,3
Primärenergi	7,8	2,5	12,3

Miljö-återbetalningstiderna för de olika åtgärderna varierar mellan 1 och 12 år. Konvertering till FTX (Alt. 3) framstår som det alternativ som har kortast återbetalningstid för både klimat och energi. Alla återbetalningstider är relativt korta i förhållande till beräkningsperioden och den ekonomiska återbetalningstiden vilket gör att se kan ses som lönsamma.

4.5 Sociala aspekter

4.5.1 Förutsättningar

Förutsättningar för den sociala konsekvensbeskrivningen är att samma åtgärder genomförs som för de andra två analyserna som ingår i bedömningen. I förstudien som denna fallstudie bygger på utreddes många olika åtgärder med det gemensamma målet att minska byggnadens energiförbrukning. Fokus har inte varit på att adressera eventuella sociala frågeställningar i området, vilket också speglas i att endast vissa indikatorer för att beskriva sociala konsekvenser är tillämpliga. En bedömning av de sociala konsekvenserna för respektive renoveringsåtgärd har inte gjorts i förstudien, dock kan viss indata från förstudien kan användas för att göra bedömningar och dra slutsatser kring de sociala konsekvenserna, t.ex. för inomhusmiljö och buller under projektets genomförande.

Där det inte funnits tillräckligt underlag för att bedöma en indikator, eller då en indikator bedömts som inte bli påverkad av renoveringen, har den utgått ur bedömningen. Detta ger ett begränsat underlag för att bedöma social påverkan. De indikatorer som är exkluderade från bedömningen är främst indikatorer som härrör till områdesnivån i metoden.

4.5.2 Genomförande

Bedömningen av sociala konsekvenser för renoveringsalternativen har gjorts av rapportförfattarna. Konsekvensbeskrivningen bygger på författarnas erfarenheter och uppfattningar om projektets sociala konsekvenser, faktiska undersökningar bland boende i byggnaden har inte genomförts i fastighetsägarens förstudie eller inom ramarna för utvärderingen med Renobuild. Författarna bedömt påverkan genom att resonera kring varje indikator baserat på kända fakta och tidigare erfarenheter.

4.5.3 Resultat

Nedan följer en sammanställning av de kategorier och indikatorer som påverkas av respektive renoveringsalternativ. Renoveringsalternativen bedömdes ha en påverkan i 3 av de 6 kategorierna i modellen. Högre betyg betyder bättre resultat, nedan beskrivs alla indikatorer som påverkas av respektive renoveringsalternativ.

Tabell 13 Utvärdering av sociala indikatorer för Katjas gata

	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Ett fungerande vardagsliv				
<i>Ombyggnaden förorsakar inte påtagliga störningar för de boende</i>	5	1	3	3
Identitet och upplevelse	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
<i>Fastighetsägaren har genomfört dialog med intressenter</i>	1	5	2	3
<i>Omflyttningsgraden i området är låg</i>	5	3	4	4
<i>Inomhusmiljön upplevs som god</i>	1	5	3	4
Hälsa och gröna stadsmiljöer	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
<i>Det finns tillgång till balkong eller terrass</i>	3	5	3	3
<i>Bullernivå i utemiljön är låg och inte störande</i>	3	5	3	5

De flesta renoveringar ger upphov till en störning av de boende och det bästa alternativet sett ur detta perspektivet är naturligtvis att inte göra något ingrepp, även om detta oftast är en kortsiktig lösning. I kategorin ett fungerande vardagsliv ger de renoveringsalternativ som föreslås förutom referensalternativet medel- till stor påverkan gällande störning för hyresgästerna. Detta är oftast oundvikligt vid stora renoveringsprojekt där de typer av åtgärder som föreslås här ingår, dock kan man som fastighetsägare tillse att hyresgäster har tillgång till god information gällande vilka perioder det kommer förekomma störningar. Man kan också se till att optimera renoveringsprocesserna för att se till att störningarna är så kortvariga som möjligt.

För kategorin identitet och upplevelse ger renoveringarna möjligtvis upphov till en något ökad omflyttningsgrad på grund av olägenheter i samband med genomförandet av renoveringen. Hyresgäster kan potentiellt uppleva detta som ett störande moment som man vill undvika. Inomhusmiljön kommer att förbättras oavsett vilket renoveringsalternativ man väljer, dock i något olika grad. Författarna förutsätter att fastighetsägaren i detta fall har genomfört en dialog med intressenterna i projektet, främst de boende och andra som direkt påverkas, åtminstone för de renoveringsalternativ som får mest omfattande konsekvenser för de boende.

I byggnaden har varje lägenhet egen balkong redan innan renoveringen, men för alternativ 2 görs balkongerna större samt glasas in vilket ger ett högre betyg. Gällande buller antas att ökad isolering av fasaden samt byte av fönster bidra till en lägre ljudnivå i lägenheterna.

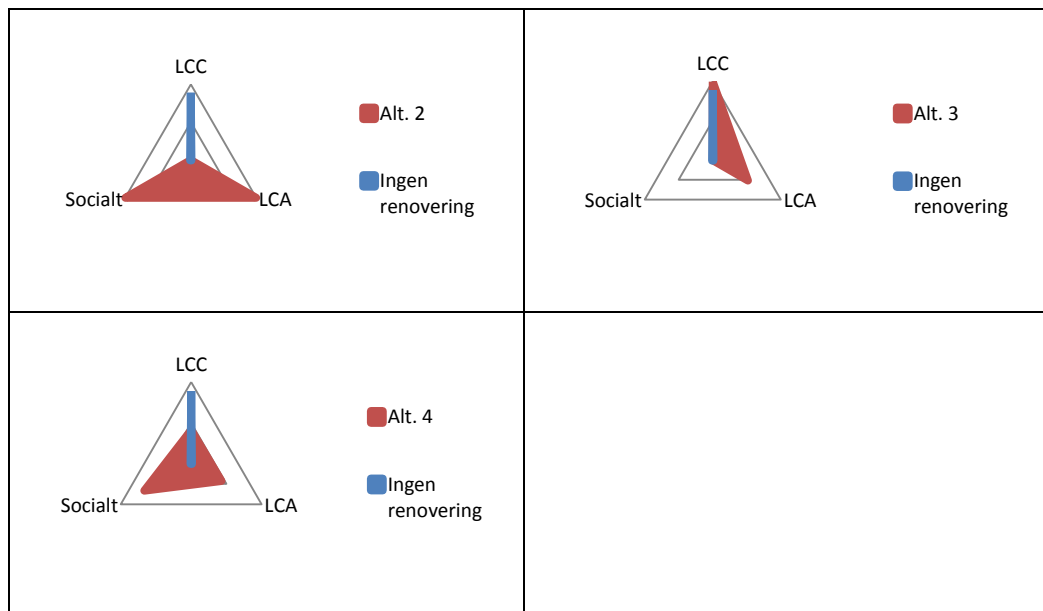
Tabell 14 Samanlagda resultat av sociala indikatorer för Katjas gata

Kategori	Ingen renovering	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Sammanhållen stad	-	-	-	-
Samspel och möten	-	-	-	-
Ett fungerande vardagsliv	5	1	3	3
Trygghet och öppenhet	-	-	-	-
Identitet och upplevelse	7	13	9	11
Hälsa och gröna stadsmiljöer	6	10	6	8
Summa	18	24	18	22
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>66%</i>

Samanlagt visar den sociala konsekvensbeskrivningen fördelat över de olika kategorierna att alternativ 2 är det mest fördelaktiga ur ett socialt perspektiv, se Tabell 14. Liksom för tidigare analyser visar det sig att skillnaden mellan de olika alternativen är liten. I tabellen har resultaten fördelats inbördes där det bästa alternativet ges 100% och det sämsta 0%. Denna fördelning används för den sammanlagda bedömningen.

4.6 Sammanvägd hållbarhetsanalys

Den sammanvägda analysen visar ett något splittrat resultat. Alternativ 2 är bäst ur både perspektiven socialt och miljö, däremot är alternativet det mest kostsamma. Ur kostnadsperspektiv framstår däremot att enbart fokusera på att modernisera ventilationssystemet som en bra lösning (Alt. 3). Detta är dock det sämsta alternativet ur socialt perspektiv. Alternativet ingen renovering (Alt. 1) är delat sämst ur socialt perspektiv och ger inte heller någon besparing av koldioxid vilket gör det sämsta alternativet. För denna fallstudien finns det inga alternativ som framstår som bra ur alla tre hållbarhetsaspekterna.



Figur 13 Sammanvägd hållbarhetsanalys.

I ett resonemang om resultaten kan man se olika beslutsalternativ beroende på vilka effekter man vill uppnå. Om man vill uppnå maximala kostnadsbesparingar genom att förbättra energiprestanda ska man välja att enbart byta ut ventilationssystemet (dock finns det framtida underhållskostnader som inte kan räknas med i modellen men som kommer att ge upphov till merkostnader om ingen åtgärd görs nu). Om man också väger in miljö- och sociala faktorer framstår en mer genomgripande renovering som ett bra alternativ, dock innebär detta en livscykelkostnad som är ungefär dubbelt så stor som den för att byta ventilationssystem. I detta fallet blir det därför upp till de beslutande parterna att diskutera hur viktiga de olika aspekterna av hållbarhet är i förhållande till varandra. I detta fallet kan det också vara relevant att gå tillbaka och studera de individuella analyserna för att i detalj förstå på vilken grund man tar beslut och eventuellt komplettera med fler analyser eller förändra alternativen för att förbättra resultaten av den sammanvägda analysen.

4.7 Diskussion

Det sammanvägda resultatet är intressant, eftersom alternativ 2 medför den högsta kostnaden, men det är samtidigt mest fördelaktigt när man tittar på miljö- och sociala aspekter. Detta visar att metoden kan ge en nyanserad bild av olika förslag och ge balans till analyser och diskussioner som annars kan domineras av ekonomi. Det är dock viktigt att vara införstådd med vad resultaten visar – beroende på kvaliteten i den data som är underlag till analysen kan resultatens variera.

I förstudien från Bostads AB Poseidon som har använts som underlag finns utförliga kostnader även i fallet då ingen renovering görs, vilket ger en realistisk bild. I många andra fall har man inte gjort en så noggrann utredning av vad det innebär att inte göra någon renovering i form av drift och underhåll samt framtida investeringar. Därför är det många gånger lätt att uppfatta alternativet att inte genomföra en renovering som bättre än vad det egentligen är.

Liksom för de andra studieobjekten i denna rapport kan man konstatera att den sociala konsekvensbeskrivningen bygger på ett begränsat underlag och endast få indikatorer är tillämpliga då man genomför underhållsprojekt på byggnadsnivå (till skillnad från områdesnivå).

5 Garvaren

5.1 Förutsättningar

Kvarteret Garvaren ligger centralt i Uddevalla och består av 3 huskroppar byggt i en U-form med öppning åt öster. Kvarteret är byggt 1955 och består av 76 lägenheter i 3 våningar med 10 trapphus och 3 tvättstugor. Uppvärmad yta (A_{temp}) uppgår till 7227 m².

Byggnadernas stomme utgörs av tegel, lättbetong och trä. Ventilationen är av självdragstyp och uppvärmning sker med ett vattenburet radiatorsystem kopplat till fjärrvärme. Objektet är föremål för BeBo ”Rekorderlig Renovering” referensnummer 2012:13-33 och åtgärdsförslagen är hämtade ur en förstudierapport. Förutom de energibesparande åtgärderna som beskrivs i förstudierapporten finns det även ett behov att genomföra stambyte.

Behovet av stambyte och nya badrum samt kök har initierat förstudien och har föranlett att man samtidigt ser över andra åtgärder. Alla uppskattade kostnader och energibesparingar kommer från fastighetsägaren Uddevallahem AB. Materialåtgång bygger både på uppgifter från Uddevallahem AB och mängder baserat på ritningsunderlag samt uppskattningar gjorda för denna analys.

5.2 Planerade åtgärder

Verifieringen av Renobuild-metodiken har genomförts i ett tidigt skede av det tänkta projektet, därför bygger indata och förslag till stor del på antaganden och uppskattningar. Som en konsekvens av detta avviker de alternativ som har utvärderats med Renobuild-metodiken från verkligheten på flera punkter, vilket påverkar resultaten. I förstudien genomförd inom Rekorderlig Renovering har Uddevallahem AB har tagit fram åtgärdsförslag och grupperat dessa i nedanstående åtgärdspaket:

1. Åtgärdspaket 1
 - Sänka inomhustemperatur 1°C
 - Nya vitvaror i tvättstuga
 - IMD, individuell mätning av kall- och varmvatten
2. Åtgärdspaket 2
 - Isolering av vindsbjälklag
 - Isolering av ytterväggar
 - Isolering av källarväggar
 - Komplettering med extra ruta för fönster
3. Åtgärdspaket 3
 - Injustering av värmesystemet
 - Byte av styr- och reglerutrustning i undercentralen
 - Energieffektiv fastighetsbelysning
4. Åtgärdspaket 4
 - Konvertering till FTX
 - Installation av solvärme
 - Installation av solceller
5. Åtgärdspaket 5
 - Konvertering till frånluftsventilation och värmepump
 - Installation av solceller

På grund av att ombyggnaden är i ett tidigt skede har inte förslagshandlingar för konvertering till FTX, stambyte, badrums- och köksrenoveringen funnits tillgängliga. Stambyte, badrumsrenovering och köksrenovering har därför utgått. För FTX har kostnader och mängder uppskattats för att kunna användas i verifieringen av Renobuild-

metodikerna. Av de förslag som presenterats av Uddevallahem AB har följande alternativ utvärderats:

- Alt. 1. Referens, Ingen renovering
- Alt. 2. Tilläggsisolering av vindsbjälklag, ytterväggar, källarväggar och komplettering med extra ruta i fönster
- Alt. 3. Konvertering till frånluftsvärmepump
- Alt. 4. Alternativ 2+3 ovan
- Alt. 5. Konvertering till FTX
- Alt. 6. Alternativ 2+5 ovan

5.3 Livscykelkostnadsanalys (LCC)

5.3.1 Förutsättningar och begränsningar

Förutsättningar och de alternativ som jämförts i livscykelkostnadsanalysen framgår ovan i kapitel 5.2. De generella förutsättningarna för kalkylen finns listade nedan:

- LCC beräkningsperiod 40 år
- Kalkylränta 3,8%
- Årlig uppräknings av kostnader 2,0%
- Kapitalkostnad 4,5%
- Ingen amortering

Följande förenklingar och avsteg har gjorts för att kunna genomföra LCC-kalkylen:

- Tidigt skede ger osäkra kostnadsuppskattningar. Entreprenad- och materialkostnader är uppskattade.
- Drift- och underhållskostnader för kalkylperioden finns inte med i underlaget, varken vid renovering eller då man väljer att inte genomföra någon renovering.
- För alternativet att inte renovera är endast energikostnad medräknat, inga andra kostnader är inkluderade.

5.3.2 Indata

5.3.2.1 Investeringsposter

Alla investeringsposter är uppskattade av Uddevallahem AB, både genom förfrågningar till leverantörer och baserat på tidigare erfarenheter. I Tabell 15 nedan finns alla poster för respektive alternativ. Inga investeringar är medräknade då ingen renovering görs (Alt. 1), därför finns detta alternativ inte med i Tabell 15.

Tabell 15 Investeringsposter för Garvaren

Investeringsposter (kr)	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
Tilläggsisolering vindsbjälklag	305 822	-	305 822	-	305 822
Tilläggsisolering ytterväggar	4 567 500	-	4 567 500	-	4 567 500
Tilläggsisolering källarbjälklag	831 743	-	831 743	-	831 743
Isolerruta fönster	736 539	-	736 539	-	736 539
Konvertering av ventilation	-	952 967	952 967	4 180 000	4 180 000
Summa	6 441 604	952 967	7 394 571	4 180 000	10 621 604

5.3.2.2 Reinvestering och utbyte

I analysen räknas att alla åtgärder har samma livslängd som kalkylperioden. För alternativet ingen renovering kommer rimligtvis byten att behövas göras under kalkylperioden, men status och kvarvarande livslängd har ej funnits tillgängligt då analysen gjordes.

5.3.2.3 Löpande drift och underhåll

Kostnader för drift och underhåll finns ej tillgängliga i underlaget, varken nuvarande eller uppskattade förändringar till följd av de föreslagna åtgärderna.

5.3.2.4 Energikostnader

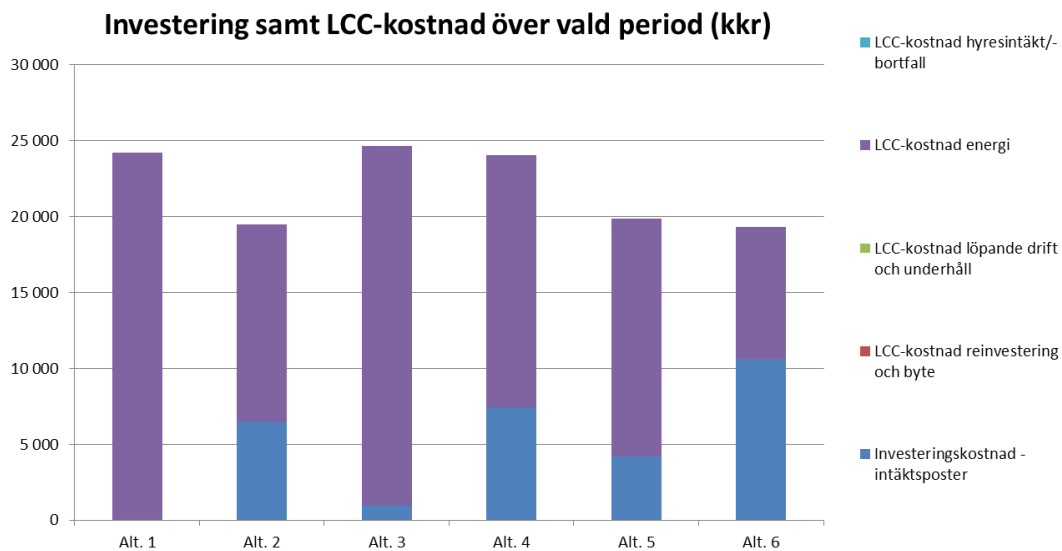
Nuvarande energikostnader och besparingar av energi som görs till följd av åtgärderna är uppmätta och beräknade av Uddevallahem AB.

5.3.2.5 Hyresintäkter till följd av renoveringen

Inga ändringar i hyresintäkter finns upptagna i underlaget.

5.3.3 Resultat

Resultaten visar att livscykelkostnaden för de olika alternativen blir relativt lika, se Figur 14. Det ska dock noteras att resultaten enbart visar preliminära investeringskostnader och energikostnader, det är därför svårt att dra några slutsatser kring resultatet om t.ex. underhållskostnader också skulle räknas in. Tilläggsisolering i kombination med konvertering till FTX (alt. 6) visar sig vara det mest kostnadseffektiva alternativet, samtidigt som det står för den högsta investeringskostnaden. Att enbart tilläggsisolera (alt. 2) är också ett kostnadseffektivt alternativ sett över livscykeln. Eftersom indata inte fanns tillgänglig för drift- och underhållskostnader, byten eller förändring av hyresintäkter utgår dessa poster i Tabell 16. I tabellen fördelas alternativen inbördes mellan 0-100% vilket senare används för den sammanlagda bedömningen av hållbarhet.



Figur 14 Investering samt livscykelkostnad sett över beräkningsperioden för Garvaren

Tabell 16 Sammanfattning av livscykelkostnader för Garvaren

LCC-total (kr)	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
Investeringskostnad - intäktsposter	-	6 441 604	952 967	7 394 571	4 180 000	10 621 604
Kostnad reinvestering och byte	-	-	-	-	-	-
Kostnad löpande drift och underhåll	-	-	-	-	-	-
Kostnad energi	24 222 560	13 043 500	23 703 922	16 661 703	15 714 572	8 672 353
Kostnad hyresintäkt/-bortfall	-	-	-	-	-	-
Summa LCC-kostnad	24 222 560	19 485 104	24 656 888	24 056 273	19 894 572	19 293 957
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>8%</i>	<i>96%</i>	<i>0%</i>	<i>11%</i>	<i>89%</i>	<i>100%</i>

5.4 Livscykelanalys (LCA)

5.4.1 Förutsättningar och begränsningar

De allmänna förutsättningarna för LCA-analysen är de samma som för LCC-analysen och samma alternativ har analyserats. Alternativ 1 (ingen renovering) används som referens för analysen och finns inte med bland resultaten, alla andra resultat är i relation till detta alternativet. Energibesparingar för analysen har tillhandahållits av Uddevallahem AB. Materialmängder har till viss del tagits fram av Uddevallahem AB. Resterande mängder har tagits fram för denna analys genom antaganden och överslagsberäkningar, vilket gör att alternativen inte helt speglar de verkliga förhållandena. Inga förslags- eller bygghandlingar har funnits som underlag för analysen vilket gör det nödvändigt att anta förutsättningar för flera av åtgärderna.

Det har också varit nödvändigt att göra avsteg och förenklingar från de verkliga förhållandena i de alternativ som har studerats för att kunna genomföra analysen, vilket beror både på LCA-modellens begränsningar och på den data som har funnits tillgänglig. De viktigaste finns listade nedan:

- Tilläggsisolering av ytterväggar räknas med hjälp av ett fasadsystem som ej är specificerat av Uddevallahem AB
- Förenkling har gjorts av tilläggsisoleringen av källarväggen till att enbart gälla stenu
- Istället för tilläggsruta i fönster räknas nya fönster
- För konverteringen till frånluftsvärmepump har nya ventilationskanaler dragits på vinden i byggnaden och dessa kopplas ihop med befintliga stammar från de olika lägenheterna
- För konverteringen till FTX saknas information om mängd kanaler, dimensionerande flöde, varför mängden för dessa är överslagsmässigt beräknade

Transportsträckor för respektive material är angivna från en av rapportförfattarna antagen tillverkningsort om det inte har framgått ur underlaget var tillverkningsorten finns. Densiteter och vikter för olika material och produkter är tillverkarens uppgifter eller baserat på generella materialdata.

5.4.2 Indata

Indata till analysen av miljöpåverkan finns beskriven i Tabell 17 nedan. Indata är uppdelad efter förändringar gjorda i kategorierna klimatskal och ventilation. Dessa är de enda aktuella kategorierna för detta projektet. Samma kalkylperiod (40år) som för LCC-analysen har använts. Samma period har använts som praktisk livslängd för ingående material.

Tabell 17 Indata för LCA analys av Garvaren

Klimatskal	Praktisk livslängd (år)	Material	Mängd (kg eller m ²)	Transport lastbil (km)	Ändring i värmeanvändning (kWh/år)
Isolering av vind	40	Glasull	1 620kg	298	-67 934
Isolering av källarvägg	40	Stenull	4 716kg	114	-13 731
Isolering av yttervägg	40	C\8-12mm\Ej ventilerad\ EPS\100m m	3 045m ²	306	-93 228
Byte av fönster	40	Trä/metall	575m ²	410	-38 303

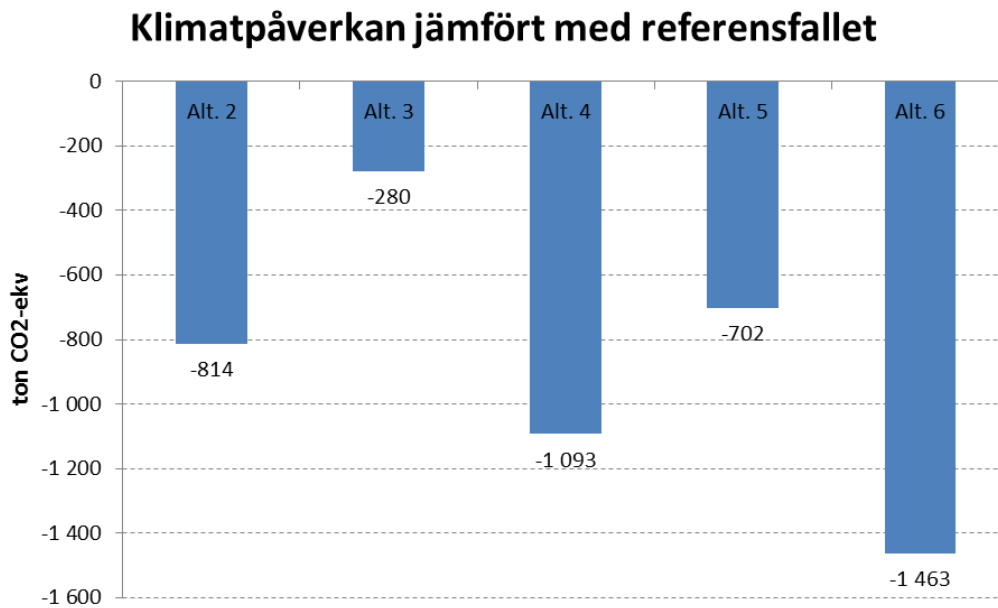
Ventilation	Praktisk livslängd (år)	Material	Vikt (kg)	Transport lastbil (km)	Ändring i värmeanvändning (kWh/år)
Ventilationskanaler frånluftsvärmepump	40	Stål	2 594	265	-
Ventilationskanaler FTX	40	Stål	6 266	265	

Luftflödesaggregat	Praktisk livslängd (år)	Typ av aggregat	Dim. luftflöde frånluft (m ³ /h)	Transport lastbil (km)	Ändring i energianvändning (kWh/år)
Byte till frånluftsvärmepump	40	Frånluft	11 261	193	Värme: - 91 783 El: +34 690
Byte till FTX	40	FTX	11 261	193	Värme: - 193 018 El: +40 042

5.4.3 Resultat

Ur klimatperspektiv är det mest fördelaktigt att tilläggsisolera och byta till FTX ventilation (alt. 6). Att enbart konvertera till frånluftsvärmepump (alt. 3) är det som ger minst besparingen av koldioxid, se Figur 15. När man tittar på användningen av primärenergi innebär alla alternativ som inkluderar någon åtgärd av ventilationssystemet en ökad användning av energi, se Figur 16. För Garvaren har man räknat på en relativt stor användning av el vid konverteringen till FTX, därför blir primärenergiförbrukningen stor för de alternativen och återbetalningstiden blir därmed oändlig enligt modellen. Gällande primärenergi blir därför det bästa alternativet att enbart tilläggsisolera. I Tabell 18 beskrivs inbördes fördelning mellan de olika alternativen vilket sen används som indata för den sammanlagda hållbarhetsanalysen.

Återbetalningstiderna med hänsyn till primäre energi är långa, vilket beror på den höga el-användningen. För alternativ 3-6 är återbetalningstiderna oändliga enligt beräkningsmodellen. Detta beror på att återbetalningstider som är längre än beräkningsperioden ger oändliga återbetalningstider enligt modellen eftersom man förbrukar mer energi jämfört med referensfallet enligt modellen. För klimatpåverkan erhålls kortast återbetalningstid vid konvertering till frånluftsvärmepump (alt. 3), följt av konvertering till FTX (alt. 5), 2,5 respektive 2,8 år. Också alternativet att konvertera till FTX i kombination med tilläggsisolering har en kort återbetalningstid (3,0 år)

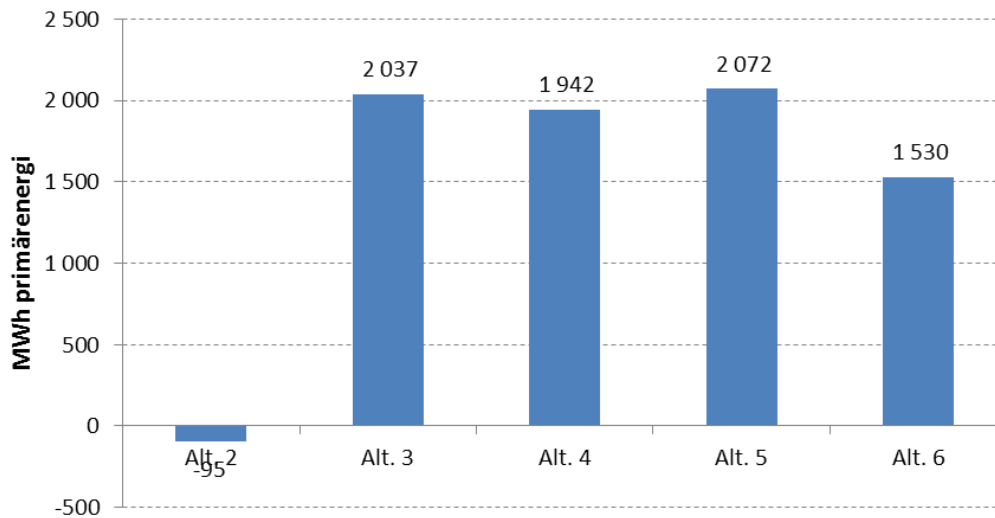


Figur 15 Klimatpåverkan för Garvaren jämfört med referensfallet

Tabell 18 Klimatpåverkan och inbördes fördelning för Garvaren

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
Klimatpåverkan (ton CO ₂ -ekv.)	0	-814	-280	-1093	-702	-1463
<i>Inbördes fördelning</i>	<i>0%</i>	<i>56%</i>	<i>19%</i>	<i>75%</i>	<i>48%</i>	<i>100%</i>

Användning av primärenergi jämfört med referensfallet



Figur 16 Användning av primärenergi jämfört med referensfallet för Garvaren

Tabell 19 Miljö-återbetalningstid för Garvaren

Pay back tid (år)	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
Klimatpåverkan	7,7	2,5	6,5	2,8	3,0
Primärenergi	36,6	999	999	999	999

5.5 Sociala aspekter

5.5.1 Förutsättningar

För kvarteret Garvaren utreds ett antal åtgärder med fokus på fastighetsunderhåll och förbättring av energiprestanda. Förutsättningar för den sociala konsekvensbeskrivningen av projektet är att samma åtgärder som för de andra två analyserna utvärderas. Det har inte funnits specifik indata som underlag för den sociala konsekvensbeskrivningen, även om visst underlag som använts i de andra två analyserna har kunnat användas för att dra slutsatser, t.ex. för att bedöma förbättringar i innemiljö och störning samt buller under projektiden.

Där det inte funnits tillräckligt underlag för att bedöma en indikator, eller då en indikator bedöms att inte påverkas av renoveringen, har den utgått ur bedömningen. Detta ger dock ett begränsat underlag för att bedöma social påverkan. De indikatorer som är exkluderade från bedömningen är främst indikatorer som härrör till områdesnivån i metoden.

5.5.2 Genomförande

Den sociala konsekvensbeskrivningen har gjorts av rapportförfattarna och bygger på tidigare kunskap och uppfattningar om projektets sociala konsekvenser, ej på data från faktiska studier gjorda bland boende i fastigheten då detta inte har rymts inom projektets ramar. Genom att tillsammans resonera kring varje indikator baserat på känd fakta och tidigare erfarenheter har författarna bedömt påverkan.

5.5.3 Resultat

Nedan följer en sammanställning av de kategorier och indikatorer som påverkas av respektive renoveringsalternativ. Renoveringsalternativen bedömdes ha en påverkan på 3

av de 6 kategorierna i metoden. Ett högre betyg betyder bättre resultat, se Tabell 20 för en sammanställning av resultaten där de indikatorer som påverkas av bedömningen beskrivs.

Tabell 20 Utvärdering av sociala indikatorer för Garvaren

Ett fungerande vardagsliv	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
<i>Ombyggnaden förorsakar inte påtagliga störningar för de boende</i>	5	3	4	3	2	2
Identitet och upplevelse	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
<i>Omflyttningsgraden i området är låg</i>	5	3	4	3	3	3
<i>Inomhusmiljön upplevs som god</i>	3	4	4	5	4	5
Hälsa och gröna stadsmiljöer	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
<i>Bullernivå i utemiljön är låg och inte störande</i>	3	5	3	5	3	5

De åtgärder som föreslås är ingrepp i klimatskalet och förändringar i ventilationssystemet. Alla åtgärderna kommer att ha en viss påverkan under ombyggnadstiden för de som bor i byggnaden, därför framstår det som fördelaktigt att inte göra någon åtgärd, i alla fall ur ett kortsiktigt perspektiv. Vi antar att de renoveringsalternativ som innebär mest störning under projektiden kan ge upphov till att boende i viss utsträckning kan känna ett behov av att flytta som en konsekvens av renoveringen. Men åtgärderna är begränsade i tid och innebär rimligtvis inte någon långvarig störning, vilket också borde begränsa effekterna. Gällande inomhusmiljö uppnås positiva effekter både genom att klimatskalet och ventilationssystemet åtgärdas, dock kan det vara svårt att värdera graden av förbättring utan närmare utredningar. Vi uppskattar att bullernivån i byggnaden från källor utifrån sänks då man tilläggsisolerar fasaden, vilket gör att renoveringsalternativen med åtgärder i fasaden får ett bra betyg i utvärderingen.

Tabell 21 Sammanlagda resultat av utvärdering av sociala indikatorer för Garvaren

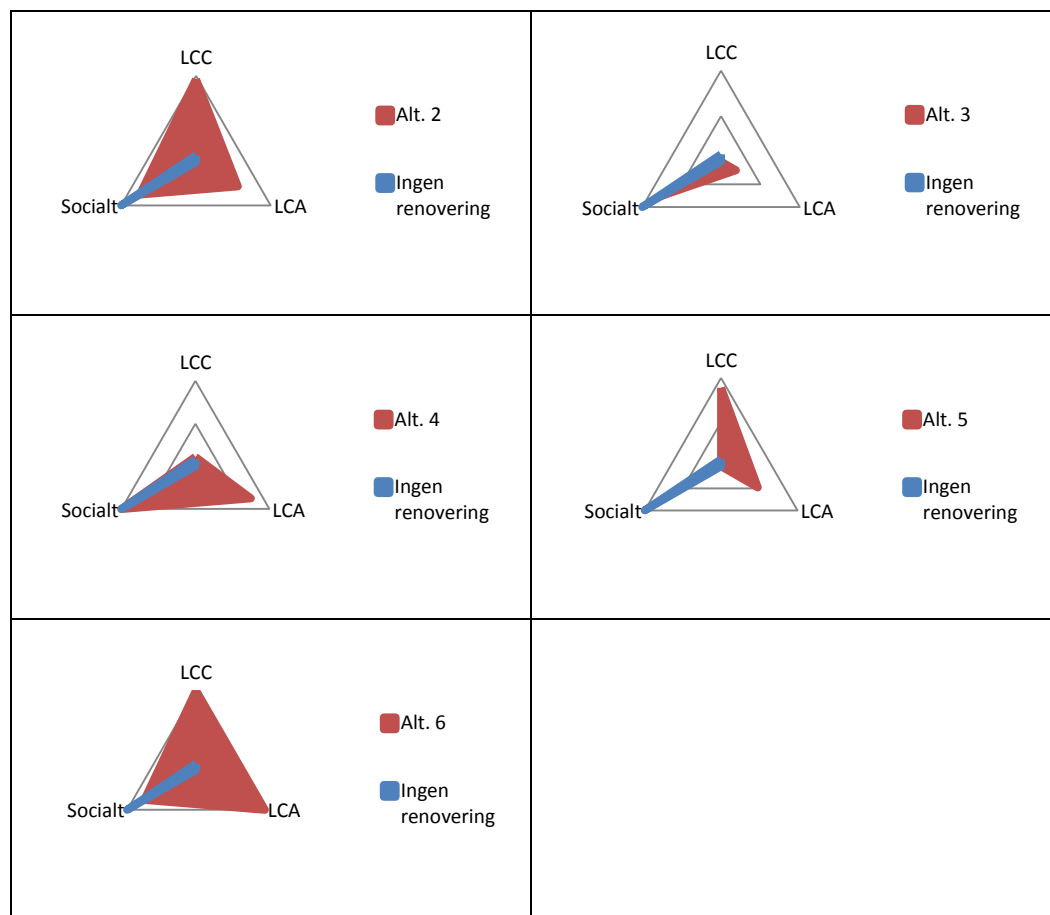
Kategori	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6
Sammanhållen stad	-	-	-	-	-	-
Samspel och möten	-	-	-	-	-	-
Ett fungerande vardagsliv	5	3	4	3	2	2
Trygghet och öppenhet	-	-	-	-	-	-
Identitet och upplevelse	8	7	8	8	7	8
Hälsa och gröna stadsmiljöer	3	5	3	5	3	5
Summa	16	15	15	16	12	15
Inbördes fördelning	100%	75%	75%	100%	0%	75%

Sammanlagt visar utvärderingen att alternativ 4 (tilläggsisolering och frånluftsvärmepump) tillsammans med alternativ 1 (ingen renovering) är det bästa alternativen ur socialt perspektiv. Spridningen mellan alternativen är dock liten, vilket bör beaktas när man tolkar resultaten. Alternativ 5 (FTX) är sämst i utvärderingen, vilket beror av lågt betyg i flera kategorier, se Tabell 21. Det sämre betyget beror delvis på den större störningen under renoveringen som det medför att installera nya ventilationskanaler. I tabellen har också resultaten fördelats inbördes där det bästa

alternativet ges 100% och det sämsta 0%. Denna fördelning används för den sammanlagda bedömningen.

5.6 Sammanvägd hållbarhetsanalys

Den sammanlagda hållbarhetsanalysen (Figur 17) visar att alternativ 2 och 6 ger bäst hållbarhet, av dessa två är alternativ 6 något bättre ur miljöperspektiv, d.v.s. att både tilläggsisolera och uppgradera ventilationssystemet till FTX. Sett bara ur socialt perspektiv hade alternativ 4 (tilläggsisolering och frånluftsvärmepump) varit ett bättre alternativ, men livscykelkostnaden för detta är väsentligt högre. Även att inte göra någon renovering alls får bra betyg ur socialt perspektiv, men är sämre både ur kostnads- och miljöperspektiv.



Figur 17 Sammanvägd hållbarhetsanalys för Garvaren

Baserat på resultaten blir beslutsunderlaget för Garvaren ganska tydligt, två alternativ framstår som mest hållbara – alternativ 2 och 6. Dessa alternativ har potential att tillgodose krav sett ur alla hållbarhetsaspekter.

5.7 Diskussion

Resultaten från kv. Garvaren var några av de tydligaste av de projekt som studerades för denna rapport. Det är tydligt vilka alternativ som framstår som hållbara. Dock kan man ifrågasätta om tillräcklig indata har funnits för att göra en realistisk bedömning, exempelvis saknas data för drift- och underhållskostnader samt reinvesteringar för de olika alternativen, vilket skulle haft negativ inverkan på LCC-analysen för de alternativ då få investeringar görs år 0 i kalkylen. Likaså var entreprenadkostnaderna grovt uppskattade på grund av det tidiga skedet vilket gör att alla renoveringsalternativ är behäftade med en osäkerhetsfaktor som man måste ta hänsyn till vid en mer noggrann

utvärdering av resultaten. Sammanfattningsvis kan det konstateras att rätt indata är centralt för att effektivt kunna använda metodiken.

Liksom för de andra projekten som studerats bygger den sociala analysen på ett begränsat underlag och bara en delmängd av indikatorerna påverkas av de alternativ som utvärderats. Därför finns det stora osäkerheter även i denna del av analysen.

6 Avslutande diskussion

Sedan tidigare har många större fastighetsägare relativt god kunskap i att göra kostnadskalkyler. Man har också generellt bra erfarenheter av att göra energiberäkningar, därifrån är steget inte så långt till att göra en miljöbedömning av olika renoveringsalternativ, men man behöver dock mer kunskap om miljöpåverkan för ingående material och komponenter. Men för att göra en total hållbarhetsanalys krävs också att man beaktar de sociala aspekterna, detta kräver en annan kompetens och en dialogprocess med flera involverade vilket innebär en större insats. En orsak till att man tidigare inte gjort sociala konsekvensanalyser är att det funnits få verktyg tillgängliga, vilket har gjort det svårt att bedöma total hållbarhet. Författarnas förhoppning är att Renobuild-metodiken ska kunna användas som ett verktyg för att utföra hållbarhetsbedömningar av renoveringsalternativ.

En av de svåraste utmaningarna med att ta fram beslutsunderlag är att finna korrekt indata. Renobuild-metodiken är tänkt att användas för tidiga skeden, där många indata ofta är osäkra och många uppskattningar måste göras, vilket kan vara ett problem man som användare måste vara medveten om. Det kan vara ett problem att Renobuild-metodiken kräver relativt detaljerad data för att göra en analys. Men vi ser ingen annan lösning än att möjligtvis acceptera större osäkerheter i indata, vilket också ger större osäkerheter i resultaten i tidiga skeden. Analysen kan emellertid upprepas i senare skeden när mer data finns tillgängliga och även användas för att utvärdera utfallet av genomförd renovering.

Vi upplever att det finns en nytta med att använda Renobuild-metodiken. Den ger byggherrar eller fastighetsförvaltare som står inför en omfattande renovering en möjlighet att göra en tydlig jämförelse mellan olika renoveringsalternativ ur ett hållbarhetsperspektiv där flera olika aspekter behandlas. Renoveringsalternativ som med en liten kostnadsökning kan ge stora miljö- eller sociala vinster och vise versa kan lyftas fram. Metodiken kan också användas omvänt för att utreda hur olika aspekter av hållbarhet kan förbättras genom att ändra parametrar i renoveringsalternativen.

Avslutningsvis tror vi att Renobuild-metodiken kan hjälpa till att lyfta fram de mest optimala åtgärderna för att erhålla kostnads- och energieffektiva lösningar utan att öka miljöpåverkan eller försämra sociala kvaliteter.

7 Referenser

Boss A. & Lindahl M. (2014) Renobuild Miljökalkyl – miljöbedömning vid renovering. SP Rapport 2014:71 (ISBN 978-91-88001-16-0)

Mjörnell K., Malmgren L., Boss A., Lindahl M., Molnar S. & Eneqvist E. (2014) Renobuild – en beslutsmetodik för hållbar renovering. SP Rapport 2014:69 (ISBN 978-91-88001-14-6).

Älvstranden (2014) LCC-mall - Excellmall för beräkning av livscykelkostnader på byggnadsdelar och total. Älvstranden Utveckling AB, Göteborg.
<http://www.alvstranden.com/om-oss/hallbar-utveckling/dokument/>, besökt 2014-11-19.

8 Bilaga 1: Ljungagården

Denna fallstudie är den första i ordningen och gjordes som en del i utvecklingen av Renobuild-metodiken. Arbetsgången och verktygen skiljer sig därmed något från övriga studier i rapporten, främst genom att verktyget för LCA-bedömning har vidareutvecklats och att en ny metodik för social konsekvensbeskrivning har arbetats in.

8.1 Förutsättningar

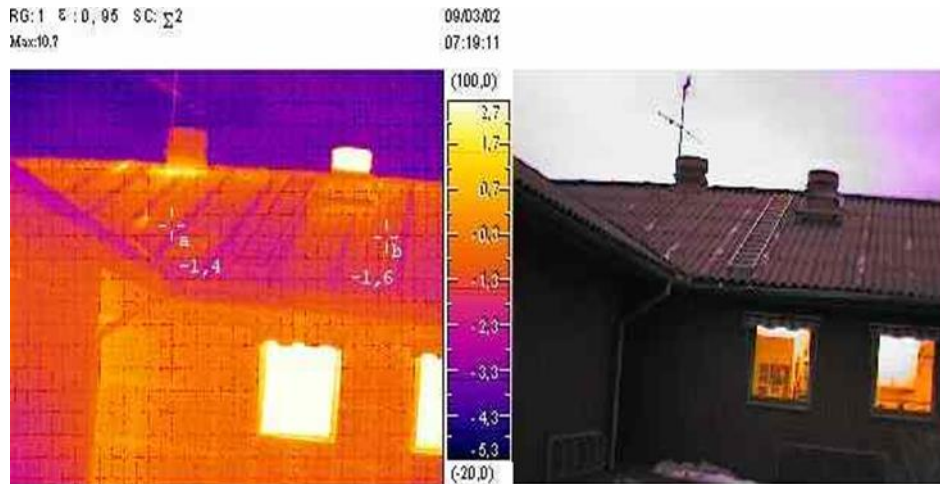
Objektet som användes för studien var Ljungagårdens förskola i Fristad, en förskola som byggdes om och till (Figur 18).



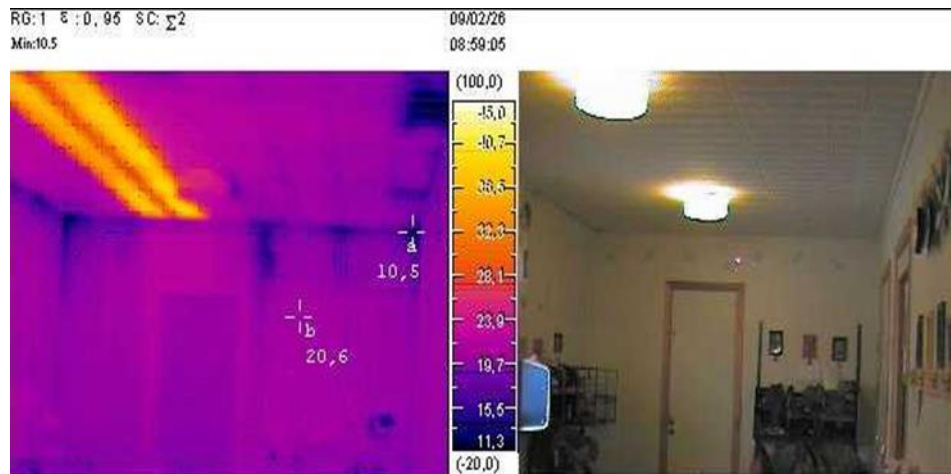
Figur 18 Ljungagårdens förskola i Fristad före renovering [Foto: Mats Tornevall, SP].

Byggnaden som huserar Ljungagårdens förskola ligger i Fristad utanför Borås och byggdes på 1970-talet. Byggnaden är uppförd i ett plan och är grundlagd med platta på mark. Före renoveringen bestod yttertaket av korrugerad eternit med eternitskivor som underlagstak, underliggande vindsutrymme samt ett isolerat vindsbjälklag. Ovanför innertaket fanns en plastfolie med elslingor som takvärme. Ytterväggarna bestod av träregelverk med mellanliggande isolering samt fasad av träpanel. Fönstren var av varierande slag och kvalitet.

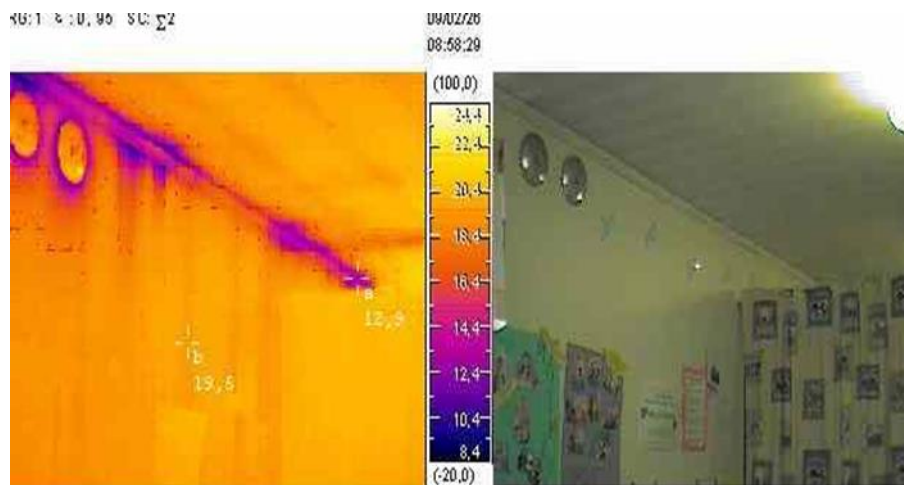
Byggnaden var i ett både komfort- och energimässigt dåligt skick med ett stort renoveringsbehov. För inventeringen användes termografering med värmekamera. Termograferingen avslöjade stora otätheter, trasiga elslingor i tak och tydliga köldbryggor se Figur 19, Figur 20 och Figur 21.



Figur 19 Foto vid termografering av Ljungagården från utsidan före renovering, visar på stora köldbryggor i tak [Foto: Borås Energi och Miljö AB].



Figur 20 Foto vid termografering av Ljungagården före renovering, visar trasiga elslingor i taket [Foto: Borås Energi och Miljö AB].



Figur 21 Foto vid termografering av Ljungagården före renovering, visar på kalldrag i takvinkel [Foto: Borås Energi och Miljö AB].

8.1.1 Planerade åtgärder

För att bevara områdets karaktär behölls fasadens målade träpanel. Innerväggar, tak och golv revs ut och ytterväggarna monterades ned till den yttersta panelen. Samtidigt byggdes förskolan till med ytterligare en flygel och köket i den befintliga byggnaden upgraderades till ett fullstort industrikök med bättre tillagningsmöjligheter och större kyl-/frysrum. För att göra plats för de nya ventilationsaggregaten byggdes ett extra rum ovanpå huvuddelen i den ursprungliga byggnaden.

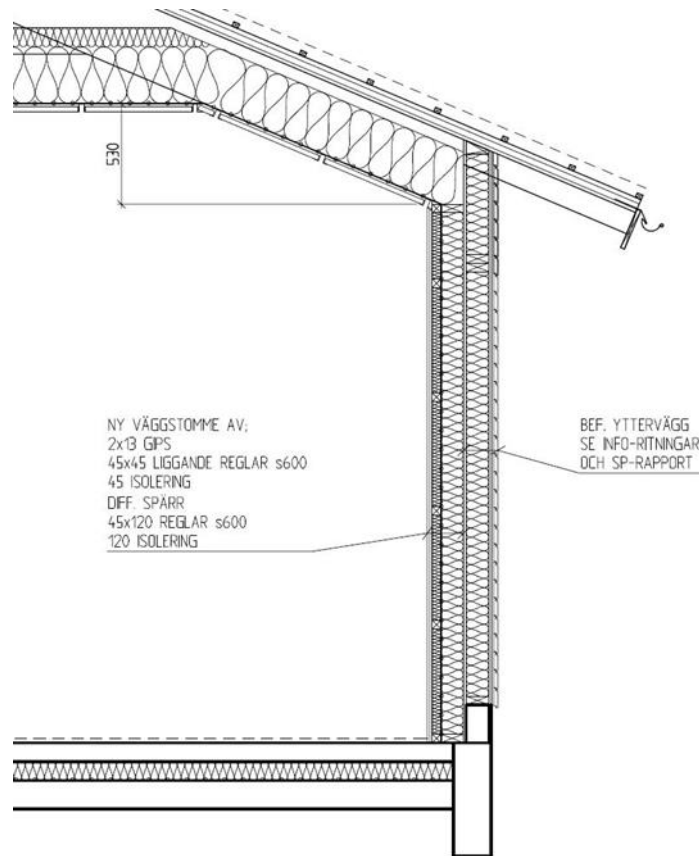
Då Ljungagårdens förskola redan var renoverad vid genomförandet av studien fanns ett omfattande material att tillgå. Detta omfattar allt från ursprungliga ritningar, utredningar och förfrågningsunderlag till de nya ritningarna och energibalansberäkningar. Något de inte innehåller är mängder för materialåtgång. För analyserna som görs i studien krävs kunskap om just materials mängder, vikter och andra materialtypiska data. Indata för detta har valts erfarenhetsmässigt.

Ytterväggskonstruktionen på Ljungagårdens Förskola före renoveringen bestod av 13 mm gips, 120 mm mineralullsisolering i skikt om 70+50 mm, 12 mm asfaltsboard, 12 mm läkt och panel, se Figur 22.



Figur 22 Del från ritningsunderlaget, visar väggens konstruktion från 70-talet [Källa: Borås Stad].

Den valda konstruktionen till renoveringen består av 2 x 13 mm gips, 45 mm isolering med regler, 120 mm isolering med regler, 70+50 mm isolering, 12 mm asfaltsboard, 12 mm läkt och panel, se Figur 23.



Figur 23 Del från ritningsunderlag, visar väggens konstruktion idag [Källa: Borås Stad].

Tre renoveringsalternativ jämfördes mot ett referensfall då ingen renovering genomfördes. Det första fallet representerar det renoveringsalternativ som genomfördes (fall 1). Fall 2 och 3 är fiktiva och är modifieringar av fall 1. I de nedanstående fallen 1a-3a tas ingen hänsyn till eventuella intäktsbortfall av uthyrningsbar yta på grund av ombyggnad. I många fall beaktas dock detta och då fås ytterligare tre varianter (1b, 2b, 3b).

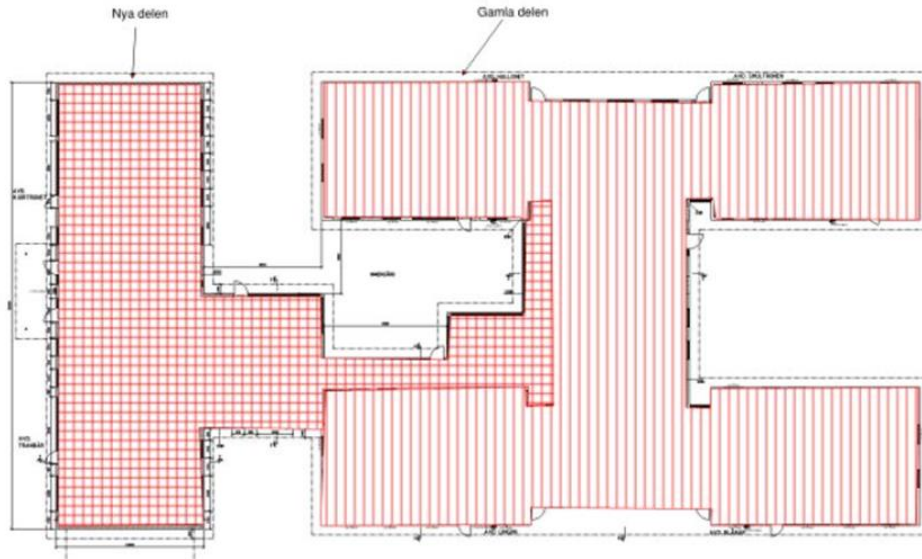
0. Ingen renovering, detta fall är ett referensfall då ingen förändring görs på byggnaden.
1. a) Utförd renovering. Detta fall är det alternativ som valdes att utföras. Bland annat byttes taket ut, väggarna revs inifrån fram till ytterpanelen och byggdes sedan upp med ny tjockare isolering på totalt 285mm. Fönstren byttes ut mot nya med U-värde på 1,2 W/m²,K.
2. a) Utgår från Fall 1 men har bättre fönster med lägre U-värde på 0,8 W/m²,K.
3. a) Utgår från Fall 1 men har bättre fönster med lägre U-värde på 0,8 W/m²,K samt en tunnare vägg med bättre λ -värde på isolermaterialet. Isolermaterialet har i detta fall en högre densitet till skillnad från Fall 1 och 2 vilket främst påverkar livscykelanalysen.

För de olika analyserna krävs dessutom detaljerad data för energibesparing för varje enskild renoveringsåtgärd som exempelvis den som åstadkoms genom endast fönsterbyte eller endast dörrbyte osv. Tillgång till mjukvara för energibalansberäkningar är att föredra för att få noggranna resultat för energibesparingen samt tillgång till produktionskalkyl med uppskattning av mängder för materialåtgång och vikt.

8.1.2 Förenklingar

För genomförandet av LCC och LCA har energiflöde genom väggar och fönster studerats, däremot har ventilationssystemet, takkonstruktionen och grundkonstruktionen utelämnats då de förutsatts vara lika för samtliga renoveringsalternativ.

I samband med renoveringen av förskolan gjordes även en tillbyggnad som inte tas med i utvärderingen. Denna del betecknas som nya delen i Figur 24. I den gamla byggnaden som är H-formad utelämnas kök och fläktrum, dessa är placerade i mittdelen.



Figur 24 Planskiss över Ljungagårdens förskola [Källa: Borås Stad].

8.1.3 Indata

Areorna som använts för analysen redovisas i Tabell 22.

Tabell 22 Uppmätta areor från ritningsunderlag för Ljungagården

	Area (m ²)
A_{temp}	695
$A_{fönster}$	99
$A_{vägg}$	338
A_{omsl}	893

En enklare energikalkyl gjordes med U-värdesmetoden för att jämföra de tre olika renoveringsförslagen, se Tabell 23. Indata till kalkylen vad gäller U-värden fås från den energibalansberäkning som är gjord inför renoveringen av Ljungagården. Areorna är uppmätta på ritning.

Tabell 23 Energiberäkning av byggnadsdelar för Ljunggården

Byggnadsdel	U (W/ m ² ,K)	A(m ²)	UA(W/K)
Platta på mark	0,2	695	139
Tak, fall 0	0,7	695	486,5
Tak, fall 1,2,3	0,13	695	90,35
Vägg, fall 0	0,5	338	169
Vägg, fall 1	0,17	338	57,46
Vägg, fall 2	0,17	338	57,46
Vägg, fall 3	0,24	338	81,12
Fönster, fall 0	2,7	99	267,3
Fönster, fall 1	1,2	99	118,8
Fönster, fall 2	0,8	99	79,2
Fönster, fall 3	0,8	99	79,2

8.2 Livscykelkostnadsanalys (LCC)

För analys av livscykelkostnad (LCC) användes Älvstranden Utvecklings ABs verktyg. LCC-modellen är uppdelad i investeringskostnader, reinvesteringar och utbyten, löpande drift och underhåll, energikostnader samt hyresintäkter eller hyresbortfall. Investeringsperioden sattes till 50 år med en kalkylränta på 5 % per år och en årlig uppräkningskostnad av kostnader med 2 %.

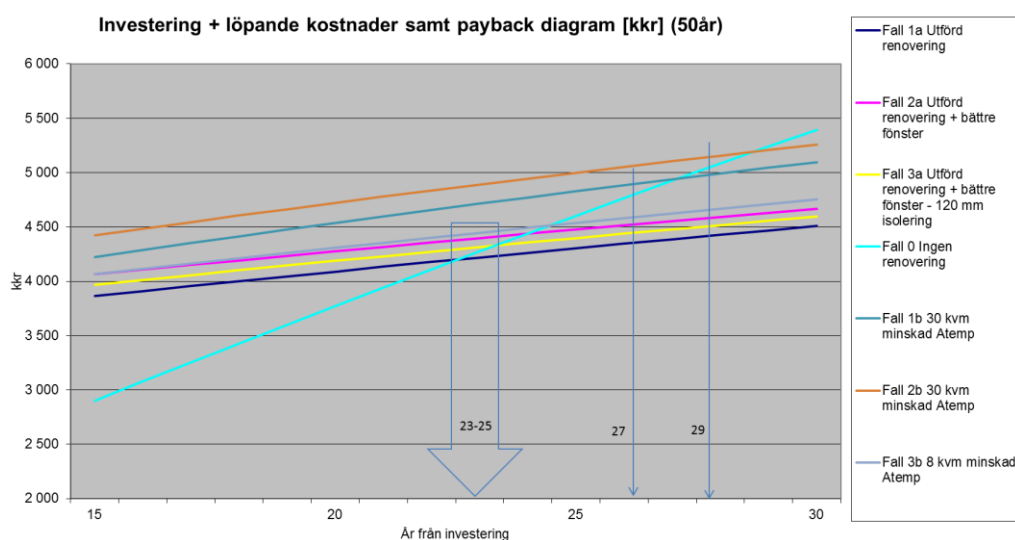
Svårigheterna låg i att uppskatta investeringskostnader för de fiktiva åtgärderna. Till detta användes data ur boken ”REPAB Fakta – Underhållskostnadsboken 2011”. Energikostnaderna valdes utifrån förslag från Älvstrandens LCC-mall. Dessa går att anpassa till lokala förhållanden men ansågs inte vara aktuellt för utvärdering av metodiken.

Resultatet från LCC-analysen av Ljunggården redovisas i Tabell 24 nedan och som synes valdes det billigaste alternativet Fall 1a med en total LCC kostnad på 5 232 kkr. De negativa kostnadsposterna för Fall 1-3b för underhållskostnader beror på minskad yta att städa.

Tabell 24 Sammanfattning av livscykelkostnader för Ljunggården.

LCC total (kkr)	Fall 0	Fall 1a	Fall 2a	Fall 3a	Fall 1b	Fall 2b	Fall 3b
Investeringskostnad - intäktsposter	0	3 115	3 362	3 238	3 115	3 362	3 238
Kostnad löpande drift och underhåll	0	0	0	0	-193	-193	-51
Kostnad energi	8 193	2 117	1 983	2 063	2 117	1 983	2 063
Kostnad hyresintäkt/-bortfall	0	0	0	0	965	965	257
Summa LCC-kostnad	8 193	5 232	5 346	5 301	6 003	6 117	5 507
Energikostnad kr/m ² ,år (prognos för beräkningsperioden)	301	78	73	76	78	73	76

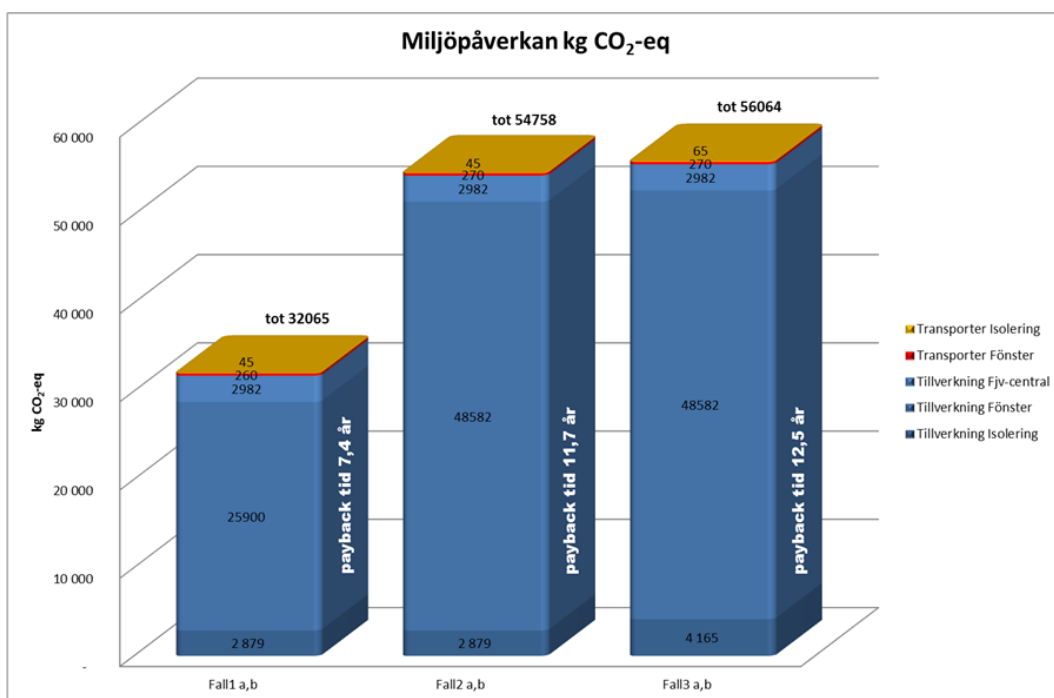
I LCC-analysen ingick även att ta fram återbetalningstiden för investeringen, se Figur 25. Enligt LCC-analysen med en beräkningsperiod på 50 år hämtas investeringen hem efter 23-25 år beroende på renoveringsalternativ. Med hänsyn till minskad intäkter fås längre återbetalningstid.



Figur 25 Resultat från LCC-analys för Ljungagården, pilarna visar återbetalningstiden i år.

8.3 Livscykelanalys (LCA)

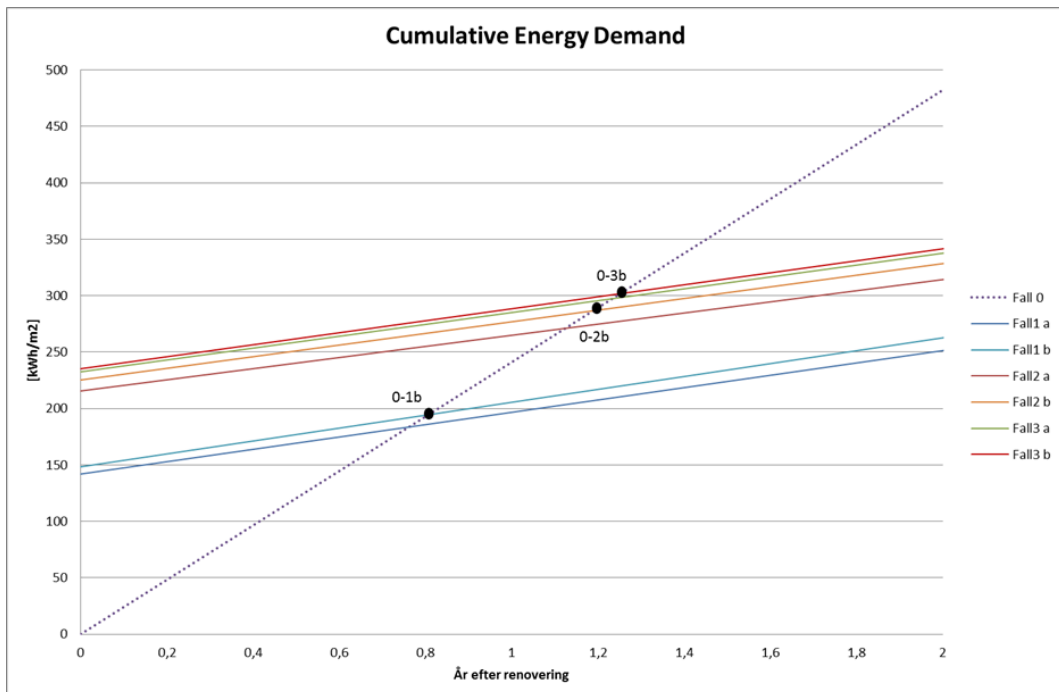
För LCA-analysen användes en tidig version av det LCA-verktyg som tagits fram inom projektet Renobuild. I tre av de fyra fallen för Ljungagården byttes uppvärmningsform från direktverkande el till fjärrvärme. Endast i det ursprungliga alternativet utan renoveringsåtgärder behölls den direktverkande elen. Med aktuella materials användning vad gäller åtgång och vikt, transporter från fabrik samt materialens uppskattade livslängder som indata i verktyget erhålls växthuseffekt (kg CO₂-ekvivalenter), primäre energi (kWh), marknära ozon (kg NMVOC), försurning (kg SO₂-ekvivalenter) samt övergödning (kg N-ekvivalenter). Dock finns ännu ingen modul för viktning av en kombinerad miljöpåverkan i LCA-verktyget. Därför presenteras endast miljöpåverkan i form av koldioxidekvivalenter från LCA-verktyget.



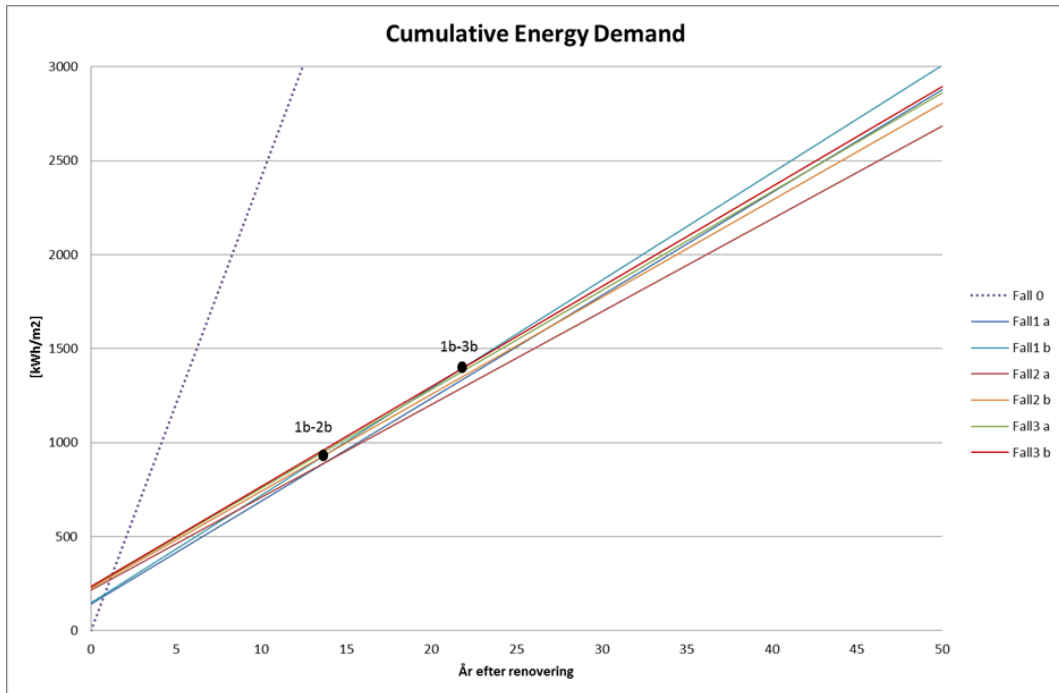
Figur 26 Miljöpåverkan CO₂-ekv. för de olika renoveringsalternativen samt återbetalningstid (payback tid) med avseende på kumulativ energi (primäre energi) i jämförelse med Fall 0.

Som en del i metoden skall även primärenergien, Cumulative Energy Demand (CED) beräknas i SimaPro. Denna primärenergi fås som ett delresultat i Renobuilds LCA-verktyg. CED beräkningen gjordes sedan för hand där primärenergibehovet för ett år multipliceras med byggnadens tekniska livslängd. Till detta adderades den inbyggda energin. För jämförbarhet mellan olika fall presenteras ackumulerat energibehov per kvadratmeter golvarea.

I Figur 27 visas efter hur lång tid de olika renoveringsalternativen skär Fall 0 (referensalternativet), det vill säga återbetalningstiden för de renoveringsalternativen som studerats med avseende på kumulativ energiförbrukning. Renoveringsfall 1 räknas hem under första året, både med och utan hänsyn tagen till förändring av uthyrbar yta. Renoveringsalternativ 2 och 3 använder mer primärenergi i byggprocessen och räknas hem under år 2. Långsiktigt använder dock alternativ 2 och 3 mindre ackumulerad primärenergi. Efter 50 år visar sig alternativet med det lägsta initiala energibehovet istället ha störst kumulativt energibehov med avseende på primärenergi, se Figur 28



Figur 27 Kumulativt energibehov 0-2 år för Ljungagården



Figur 28 Kumulativt energibehov 0-50 år för Ljungagården

8.4 Social konsekvensbeskrivning

För den sociala analysen arrangerades en workshop som utgick från Göteborgs Stads S2020 kunskapsmatris. Deltagare var representanter från referensgruppen till Renobuild-projektet. Då den studerade byggnaden i detta fall var en förskola användes modellen för barnkonsekvensanalys, BKA-verktyget, som utgår från SKA-verktyget. Material till workshopen var en karta över närområdet, ritningar över byggnaden, BKA-verktyget, färgprickar och post-it lappar. Deltagarna studerade byggnaden, närområdet och renoveringsalternativen och fick markera intressepunkter för byggnaden och platsen samt närmiljön och stadsdel/stad utifrån olika perspektiv beroende på om de hade rollen som barn, vuxen, förälder eller äldre enligt BKA-verktyget, se Figur 29.



Figur 29 Karta över Ljungagårdens förskola innan ombyggnad med omgivning. Intressepunkter är färgmarkerade med avseende på olika aspekter enligt BKA-verktyget.

Deltagarna kommenterade även olika aspekter enligt modellen och dessa sammanfattades i BKA-verktyget, se Figur 30. Eftersom renoveringen även innebär en tillbyggnad av förskolan och upprustning av uteplatser beaktades även detta i den sociala konsekvensanalysen. Exempel på kommentarer som gavs:

Sammanhållen stad

Byggnad & Plats: Bättre inomhusmiljö att vistas i under dagen.
Finare och roligare utemiljö.

Stadsdel: Fler barn och vuxna även från andra områden
kommer att vistas i området.

Vardagsliv

Byggnad & Plats samt Närmiljö: Större dagis → mer barn →
mer trafik → mer ljud.

Identitet

Byggnad & Plats: Sänkt ljudnivå inne (på grund av bättre
ljudisolering i klimatskalet) → positivt, buller från närliggande
väg minskar.

Närmiljö: Positivt för närboende att se en nyare byggnad.

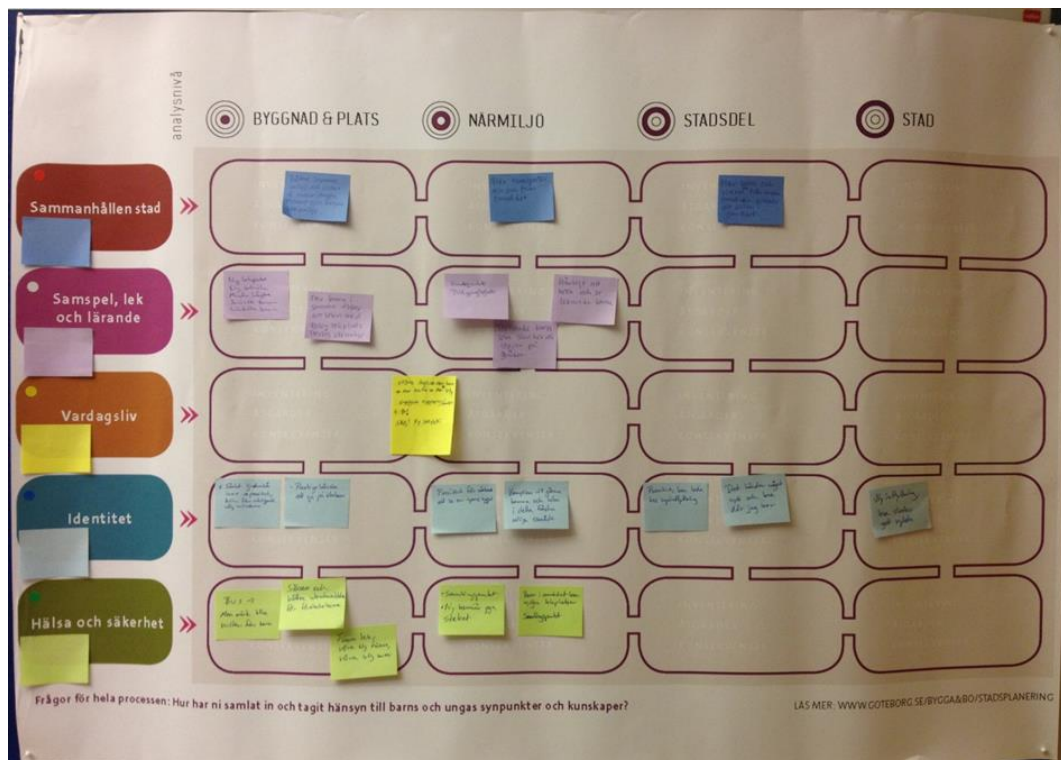
Stadsdel: Positivt, kan leda till nyinflyttning. Det händer något
nytt och bra där jag bor.

Stad: Nyinflyttning, bra skolor, gott rykte.

Hälsa och säkerhet

Byggnad & Plats: Säkrare och bättre utomhusvistelse för
förskolebarnen. Bättre termisk komfort för barn och personal
inomhus med nya fönster, tilläggsisolering och värmesystem.

Närmiljö: Barn i området kan använda lekplatsen.
Samlingspunkt.



Figur 30 BKA verktyget applicerat på Ljungagårdens förskola med kommentarer från deltagare i workshoppen.

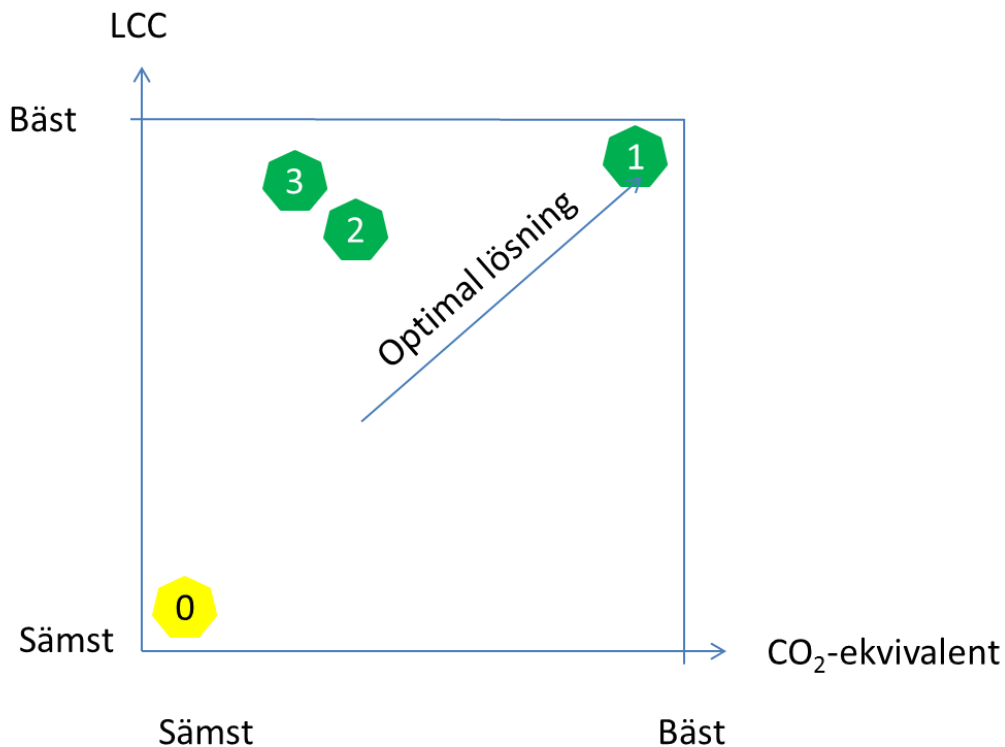
Resultat

Med nya täta, välisolerade väggar skapas ett förbättrat inomhusklimat för barn och personal. Utomhus skapades nya lektytor och säkerheten kring förskolan förbättrades, oberoende av renoveringsalternativ. Den sociala analysen bygger på sammanställning av positiva, oförändrade eller negativa konsekvenser. Det lyftes fram att ett större dagis innebär ökat antal barn och därmed mer trafik i samband med hämtning och lämning, men analysen visade att samtliga renoveringsalternativ resulterar i övervägande positiva konsekvenser och får därmed totalt sett ett övervägande positivt resultat vilket resulterar i grön färg i skalan (se kap 8.5).

8.5 Sammanvägd hållbarhetsanalys

När alla analyser var gjorda återstod att sammanställa resultaten från LCC-analysen, LCA-analysen samt SKA-analysen genom att illustrera dem i ett diagram. Syftet med diagrammet är att lättare få en överblick över hur renoveringsalternativen förhåller sig till varandra.

Analyserna viktas var för sig relativt mellan de olika renoveringsalternativen där bästa resultatet motsvarar 100 % per kategori; ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet. Ekonomisk och ekologisk hållbarhet utgör var sin axel i ett 2D-diagram och den tredje kategorin avseende social konsekvens representeras av färgskalan rött, gult och grönt, men har i detta fall förenklats till att endast representeras av en färg för de tre renoveringsalternativen då det inte skiljer något i BKA-analysen mellan dessa. Alternativen då man inte gör någon renovering (fall 0) tilldelas gul färg. Med tre dimensioner skapas en lättöverskådlig bild över vilka renoveringsförslag som är hållbara, se Figur 31.



Figur 31 Sammanställning av analyserna för Ljungagården

8.6 Diskussion

Av de renoveringsalternativ som utvärderades visade metoden att Fall 1 var mest hållbart. Fall 1, 2 och 3 hamnade relativt nära varandra avseende livscykelkostnad men livscykelanalysen ur miljöperspektiv visade på större skillnader där Fall 1 utmärkte sig med lägre totala koldioxidutsläpp under livscykeln.

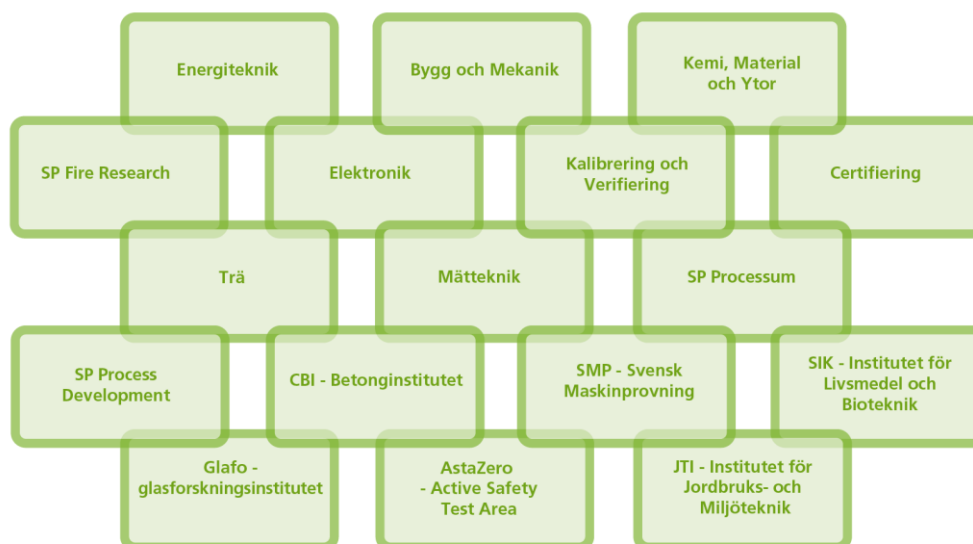
Efter en första utvärdering av metodiken kan vi konstatera att den fungerar. Vi var dock tvungna att göra vissa förenklingar och antaganden. Att utvärdera de olika renoveringsalternativen kräver en hel del förarbete i form av energibalansberäkningar, uppskattningar av materialåtgång och kostnader för byggnadens och systemens olika delar, uppskattning av arbetskostnad samt kunskap att utföra analyserna. Då de olika renoveringsalternativen i den här fallstudien är fiktiva råder en viss osäkerhet i analysen på grund av att ingångsdata är gjord på bedömningar. För miljöanalysen krävs uppgifter från materialtillverkare avseende miljöpåverkan kopplat till produktion vilket kan vara svårt att få tag i.

I ett tidigt skede är det svårt att uppskatta kostnader för olika renoveringsalternativ och investeringar. För den ekonomiska analysen bör endast skillnader mellan alternativen utvärderas. Denna analys kan annars bli omfattande och ger ändå inte mer information för att belysa skillnaderna mellan olika renoveringsalternativ.

En lärdom från genomförandet av social konsekvensanalys är att det är av intresse att sätta samman en grupp med olika aktörer. Till skillnad från ekonomiska och miljöinriktade livscykelanalyser färgas sociala konsekvensanalyser av personliga intressen och värderingar. Det är viktigt att personer med olika bakgrund och kompetenser bidrar i processen för att spegla fler intresseområden och fånga upp skilda frågeställningar för att få en heltäckande analys.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2014:70

ISBN 978-91-88001-15-3

ISSN 0284-5172