

# Renovering av kvarteren Äpplet och Päronet

**Pilotprojekt i projektet Energirenovering – ett nytt  
affärskoncept för mindre företag**



**Fastighetsägare:** Växjöbostäder  
**LÅGAN Nätverk:** GodaHus  
**Datum:** 2021-12-03

## Förord

Denna rapport redovisar resultatet för ett av de pilotprojekt som genomförts inom projektet *Energirenovering – ett nytt affärskoncept för mindre företag*. Övriga pilotprojekt och projekter resultat hittar du på Lågans hemsida [www.laganbygg.se](http://www.laganbygg.se).

Metoden för att identifiera åtgärder för energieffektivisering och sammanställa dem i åtgärds paket har baserats på *Totalmetodiken* utvecklad inom Energimyndighetens nätverk Belok och BeBo.

Projektet är finansierat av Energimyndigheten via E2B2 och Tillväxtverket med stöd ur den Europeiska regionala utvecklingsfonden och genomförs inom nätverket LÅGAN. Syftet med projektet är att:

- stödja övergången till en koldioxidsnål befintlig byggnadssektor genom att få till stånd energieffektivisering i samband med renovering
- öka kunskapen om fördelar och tillvägagångssätt vid renovering hos lokala aktörer
- öka samverkan lokalt och regionalt
- stärka och utvidga små och medelstora företags tjänsteutbud och stärka deras konkurrenskraft.

**Växjö, 2021-12-03**



**LÅGAN** (samverkan för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, Västra Götalandsregionen, Formas, byggentreprenörer, byggherrar och konsulter.

LÅGAN stöttar regionala nätverk inom byggande av lågenergibyggnader och skapar gemensamma projekt och studier för att utveckla och driva byggande och renovering av lågenergibyggnader framåt. LÅGAN ska bidra till att Sverige ska nå sina energimål genom att bostads- och lokalsektorn starkt effektiviserar sin energianvändning och ökar byggtakten av lågenergibyggnader.

[www.laganbygg.se](http://www.laganbygg.se)

### Ansvarsfriskrivning

*Hela ansvaret för innehållet i denna publikation ligger hos författarna. Det återspeglar inte nödvändigtvis varken Energimyndigheten eller den Europeiska Unionens åsikter. Varken EACI eller Europakommissionen ansvarar för hur informationen i publikationen kan komma att användas.*

# Sammanfattning

Denna rapport avser Växjöbostäders renovering av kvarteren Äpplet 1, Äpplet 2 samt Päronet 1, vilka är belägna i stadsdelen Öster i Växjö. Byggarbetena inom denna renovering påbörjades 2021 och förväntas vara färdiga 2025.

Totalt omfattar renoveringen nio byggnader och 220 lägenheter. Byggnaderna är ursprungligen uppförda 1963 - 1964 och utgörs av fyra sjuvåningshus och fem trevåningshus.

Rapporten beskriver byggnadernas energistatus inför renoveringen, renoveringens omfattning, vilka energiåtgärder som utvärderats med hjälp av totalmetodiken, samt resultatet från dessa utvärderingar med avseende på energieffektivisering och lönsamhet.

Inför renoveringen bedömdes de nio byggnaderna i snitt ha en specifik energianvändning på 136 kWh per kvm Atemp och år, inräknat kulvertförluster om ca 6 kWh per kvm Atemp och år.

Utgångspunkten för denna renovering var att Växjöbostäder under åren 2012-2020 framgångsrikt genomförde en djuprenovering av kvarteret Alabastern i Växjö, med halverad energianvändning som resultat. I stort togs åtgärderna från Alabastern vidare till detta projekt. Dessa åtgärder benämns Åtgärdspaket Bas i denna rapport. Åtgärdspaket Bas bedöms kunna minska den specifika energianvändningen i kvarteren Äpplet och Päronet till 77,1 kWh/kvm och år. Detta åtgärdspaket omfattar följande energiåtgärder:

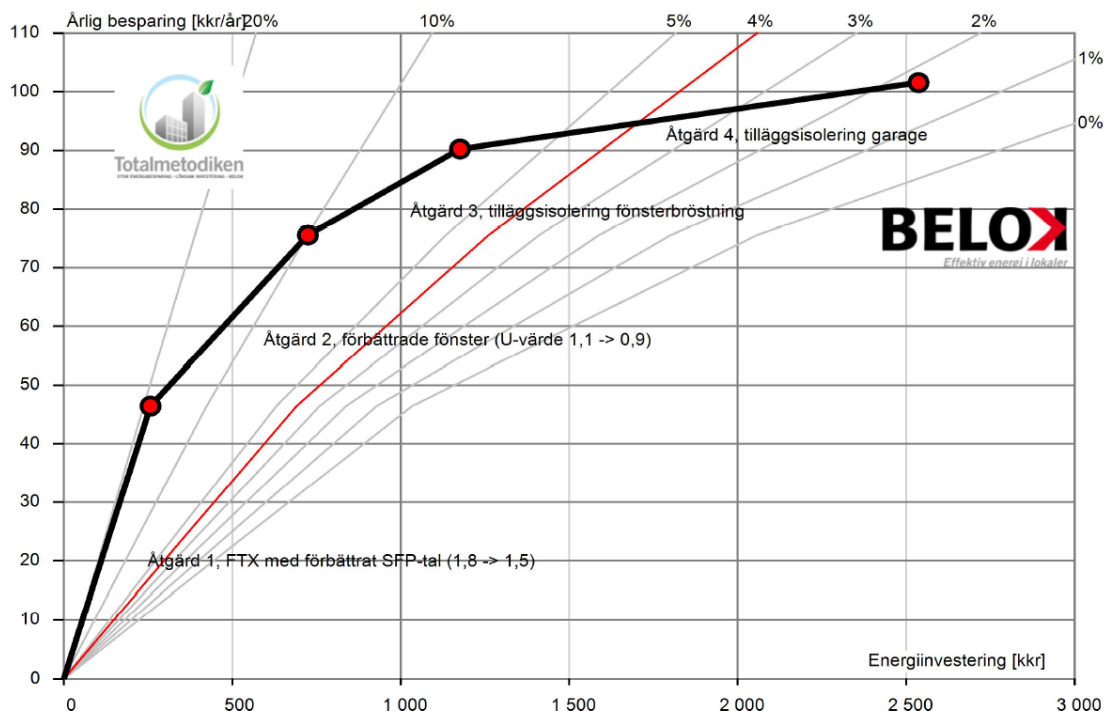
- Ombyggnation av undercentraler och delar av kulvert
- Konvertering från frånluftsventilation till FTX-ventilation
- Fönsterbyte
- Tilläggsisolering av vind
- Installation av IMD kallvatten och varmvatten
- Installation av rumsgivare
- Installation av energieffektiva blandare

Renoveringen innefattar också stambyten samt nya kök, vitvaror och ytskikt.

Inom detta LÅGAN-projekt har Växjöbostäder sett möjligheten att analysera detta åtgärdspaket vidare och förfina det med hjälp av Totalmetodiken. Följande åtgärder har utvärderats inom projektets projekteringsfas:

- Åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal
- Åtgärd 2, Förbättrade fönster
- Åtgärd 3, Tilläggsisolering fönsterbröstning
- Åtgärd 4, Tilläggsisolering garage

Totalmetodiken påvisar att dessa åtgärder kan genomföras med lönsamhet, med undantag för tilläggsisolering av garage. Se figur 1. Det beslutade åtgärds paketet, innefattande åtgärderna 1+2+3, bedöms med utgångspunkt från Åtgärds paket Bas reducera den specifika energianvändningen från 77,1 till 71,7 kWh/kvm och år (motsvarande primärenergital 58,5 kWh/kvm och år) till en avkastning motsvarande 6,8 % internränta. Se Figur 1 samt Tabell 1 nedan.



Figur 1. Internräntediagram för de fyra åtgärderna som utvärderats med hjälp av Totalmetodiken.

Tabell 1. Besparingar och lönsamhet för det beslutade åtgärds paketet, vilket innefattar FTX med förbättrat SFP-tal, förbättrade fönster samt tilläggsisolering fönsterbröstning.

Sammanställning av åtgärds paket 1+2+3		
Beräknad total kostnadsbesparing	90,2	kSEk/år
Beräknad energiinvesteringskostnad	1 175,9	kSEk
Internränta för åtgärds paketet	6,8	%
Beräknad total värmebesparing	85,5	MWh/år
Beräknad total elbesparing	23,0	MWh/år

# Innehållsförteckning

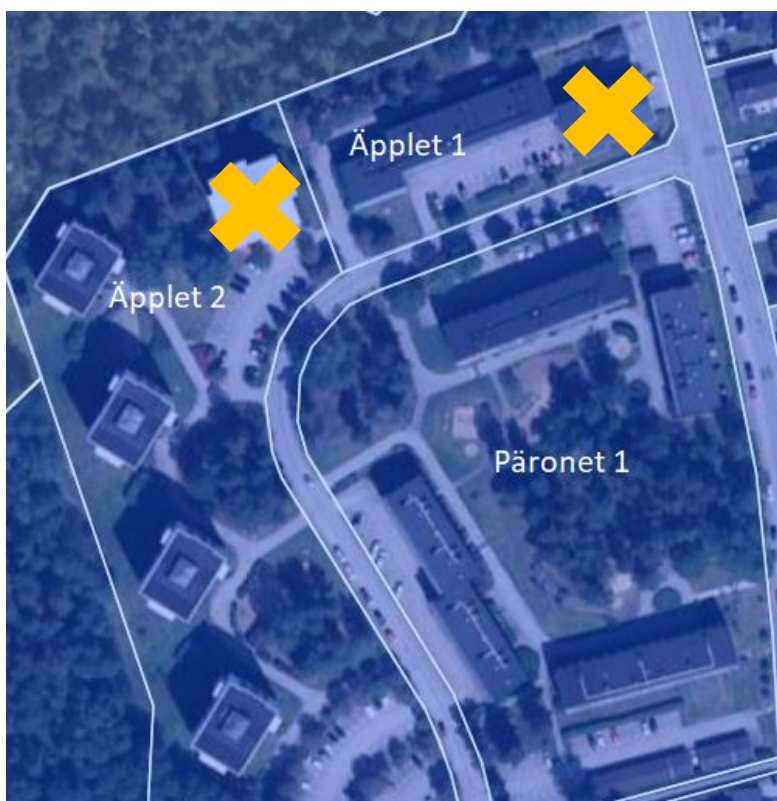
<b>Förord</b>	<b>2</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>5</b>
<b>1 Bakgrund</b>	<b>6</b>
<b>2 Byggnaderna och dess tekniska system i nuläget</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Byggnaderna och dess utformning</i>	8
2.2 <i>Byggnadernas användning</i>	9
2.3 <i>Inomhusklimat</i>	9
2.4 <i>Klimatskal</i>	10
2.5 <i>Tekniska system</i>	11
2.5.1 <i>Värme- och varmvattensystem</i>	11
2.5.2 <i>Kallvattensystem</i>	12
2.5.3 <i>Ventilationssystem</i>	13
<b>3 Energi- och resursanvändning</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Energistatistik</i>	13
3.2 <i>Slutanvändare</i>	14
<b>4 Identifierade åtgärder</b>	<b>16</b>
4.1 <i>Utgångspunkt vid analys av åtgärder</i>	16
4.2 <i>Åtgärdspaket Bas</i>	17
4.3 <i>Åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal</i>	18
4.4 <i>Åtgärd 2, förbättrade fönster</i>	19
4.5 <i>Åtgärd 3, tilläggsisolering fönsterbröstning</i>	19
4.6 <i>Åtgärd 4, tilläggsisolering garage</i>	19
<b>5 Åtgärdspaket med Totalmetodiken</b>	<b>20</b>
5.1 <i>Resultat från lönsamhetsberäkningar</i>	20
<b>6 Slutsatser</b>	<b>22</b>

# 1 Bakgrund

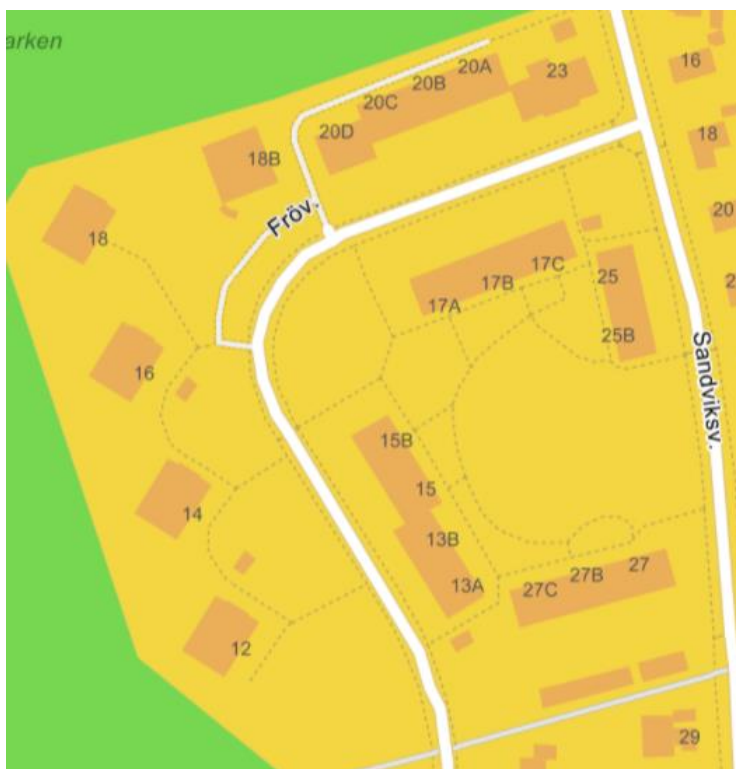
Denna rapport behandlar renoveringen av kvarteren Äpplet 1, Äpplet 2 och Päronet 1 i Växjö. Dessa fastigheter är belägna i stadsdelen Öster. Växjöbostäder som äger och förvaltar fastigheterna genomför projektet via ett samverkansavtal med entreprenören Dynacon. Byggstart gjordes under sommaren 2021 och byggnationen förväntas pågå till 2025.

Fastigheterna Äpplet 1, Äpplet 2 och Päronet 1 omfattar nio bostadsbyggnader vilka restes under åren 1963 och 1964: ett trevåningshus på Äpplet 1, fyra sjuvåningshus på Äpplet 2, samt fyra trevåningshus på Päronet 1. Dessa byggnader ingår i renoveringen. Vidare finns ytterligare två byggnader på fastigheterna, Frövägen 18B på Äpplet 2 samt Sandviksvägen 23 på Äpplet 1, vilka tillkommit via förtätningar gjorda 1996 respektive 2007. Dessa omfattas inte av renoveringen och behandlas således inte vidare i denna rapport.

Se kartvyer över fastigheterna i Figur 2 och Figur 3.



Figur 2. Flygfoto över kvarteren. Vita linjer markerar fastighetsgränser. Byggnader som inte ingår i renoveringen har kryssats över. Källa: Eniro.



Figur 3. Kartvy över kvarteren. Källa: Eniro.

En huvudsaklig informationskälla till denna rapport är den energiberäkning samt tillhörande energiutredning som genomförts under projekteringsfasen av konsultbolaget Bengt Dahlgren. Från denna källa har information hämtats om bland annat befintliga tekniska system, klimatskalets uppbyggnad, förslag rörande lämpliga energiåtgärder, samt energiberäkningar för befintliga byggnader samt de utvärderade energiåtgärder. Vidare har information rörande tekniska lösningar och ekonomiska förutsättningar för olika åtgärdsförslag tagits fram med hjälp av entreprenören Dynacon. Ytterligare underlag har utgjorts av energideklarationer samt ritningar.

## 2 Byggnaderna och dess tekniska system i nuläget

En sammanställning av byggnadernas ytor redovisas i Tabell 2. Sammantaget omfattar renoveringen ca 15 300 kvm.

Tabell 2: Sammanfattning av de ytor som ingår i renoveringen, redovisat per fastighet.

Fastighet	Byggnader st	Boarea kvm	Lokalarea kvm	Lägenheter st	Lokaler st
Päronet 1	4	5771,5	40,5	84	2
Äppet 1	1	1948,5	48,75	24	4
Äppet 2	4	7 490	0	112	0
<b>Summa</b>	<b>9</b>	<b>15 210</b>	<b>89</b>	<b>220</b>	<b>6</b>

Nedan följer en kortfattad beskrivning av byggnadernas utformning, vilken kan delas in i kategorierna låghus och punkthus.

## 2.1 Byggnaderna och dess utformning

### Päronet 1 och Äpplet 1, låghusen

Päronet 1 omfattar fyra byggnader. Samtliga har tre våningar med lägenheter. Frövägen 13-15 samt Frövägen 17 har utöver lägenhetsvåningarna ett markplan som utgörs av garage, förråd och tvättstuga. Sandviksvägen 25 har ett sutterängplan med lägenheter ut mot gata samt förråd mot innergården. Sandviksvägen 27 har en källare som rymmer tvättstuga, skyddsrum, fjärrvärmecentral och förråd.



Figur 4. Frövägen 13-15 t v, Sandviksvägen 27 t h. Källa: Eniro.



Figur 5. Sandviksvägen 25 t v, Frövägen 17 t h. Källa: Eniro.



På Äpplet 1 ligger Frövägen 20. Detta hus består av ett markplan med garage, förråd, skyddsrum och tvättstuga, samt tre våningar med lägenheter.



Figur 6. Frövägen 20. Källa: Eniro.

### Äpplet 2, punkthusen

De fyra punkthusen på Äpplet 2 är till stor del identiska. Varje hus består av sju våningar med lägenheter, 28 lägenheter per hus. Entréplan utgörs av ett suterrängplan innehållande tvättstuga, förråd, skyddsrum och teknikutrymmen.



Figur 7. Frövägen 16 och 18. Källa: Eniro.

## 2.2 Byggnadernas användning

Samtliga byggnader är bostadshus. Ett fåtal små lokaler i form av förråd och dylikt förekommer på Äpplet 1 och Päronet 1.

## 2.3 Inomhusklimat

Gällande det rådande inomhusklimatet i byggnaderna före renoveringen indikerade de utförda OVK-protokollen att ventilationsflödet varit undermåligt i samtliga byggnader på Äpplet 1 samt Päronet 1. En kontroll av de uppmätta flödena indikerade att ca 20 till 30 % av det krävda luftflödet saknades i dessa byggnader. Projektets energiberäkning har därför kompenserats med ett

energipåslag motsvarande den ventilation som saknades för att uppnå myndighetskravet.

Inga kontinuerliga temperaturmätningar har gjorts i fastigheterna före renoveringen.

## 2.4 Klimatskal

Samtliga hus har betongstomme. Låghusen har tegelfasad medan punkthusen har betongfasad. Yttertaken utgörs av lågt lutade papptak. I projektets energiberäkning har klimatskalets tjocklek och värmeisoleringsförmåga bedömts enligt Tabell 3 och Tabell 4 för låghusen respektive punkthusen.

Tabell 3: Låghusens klimatskal innan renoveringen.

	Teknisk beskrivning (materialsikt utifrån och in)	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)
<b>Yttertak</b>	Takpapp Råspont 160 mm mineralull 200 mm betong	0,25
<b>Ytterväggar</b>	120 mm tegel 100 mm mineralull 70-140 mm betong	0,349 <sup>1</sup>
<b>Fönster</b>	Tvåglas	2,9
<b>Golvbjälklag</b>	100 mm betong	0,273 <sup>2</sup>

Tabell 4: Punkthusens klimatskal innan renoveringen.

	Teknisk beskrivning (materialsikt utifrån och in)	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)
<b>Yttertak</b>	Takpapp Råspont 100 mm mineralull 200 mm betong	0,439
<b>Ytterväggar</b>	30 mm lättbetong 150-300 mm lättbetong 0-150 mm betong	0,386 <sup>1</sup>
<b>Fönster</b>	Tvåglas	2,9
<b>Golvbjälklag</b>	100 mm betong	0,273 <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Beräknat medelvärde av ytterväggens U-värde, där hänsyn tagits till varierande tjocklekar.

<sup>2</sup> U-värde för golvbjälklag har beräknats med hänsyn till värmemotstånd i mark beroende på avstånd till fasad. 0-1 m: 0,794 W/m<sup>2</sup>, K. 1-6 m: 0,273 W/m<sup>2</sup>, K. >6 m: 0,215 W/m<sup>2</sup>, K.

## 2.5 Tekniska system

I detta kapitel beskrivs status för de tekniska systemen före renoveringen samt vilka åtgärder som genomförs beträffande dessa.

### 2.5.1 Värme- och varmvattensystem

Före renoveringen har de tre kvarteren försörjts med värme och varmvatten från en gemensam undercentral placerad i källaren på Sandviksvägen 27. Detta med undantag från Sandviksvägen 23 som byggdes 2007 och har en egen undercentral med värme- och varmvattenförsörjning. En ritning över befintliga kulvertar kan ses i Figur 8. Delar av kulvertsystemet byggdes om 2006, medan övrig kulvert är original.



Figur 8. Ritning över befintliga ledningar för värmesystem, varmvatten och varmvattencirkulation. Orange markering visar ursprunglig kulvert byggd 1963-1964, medan grön markering visar kulvert som byggts om 2006.

Inom renoveringen görs värme- och varmvattensystemet om så att varje fastighet (obs inte varje hus) har en egen anslutning till fjärrvärmenätet, samt att försörjningsområdena för värme och varmvatten blir separata för respektive fastighet. Detta görs genom att installera en ny fjärrvärmecentral på Äpplet 1 i byggnaden Frövägen 12 som försörjer Frövägen 12-18B, samt att fjärrvärmecentralen som finns på Sandviksvägen 23 byggs om för att försörja både Sandviksvägen 23 samt Förvägen 20. Vidare byggs befintlig central på Sandviksvägen 27 om för att försörja hela Päronet 1, alltså Sandviksvägen 25-27 samt Frövägen 13-17.

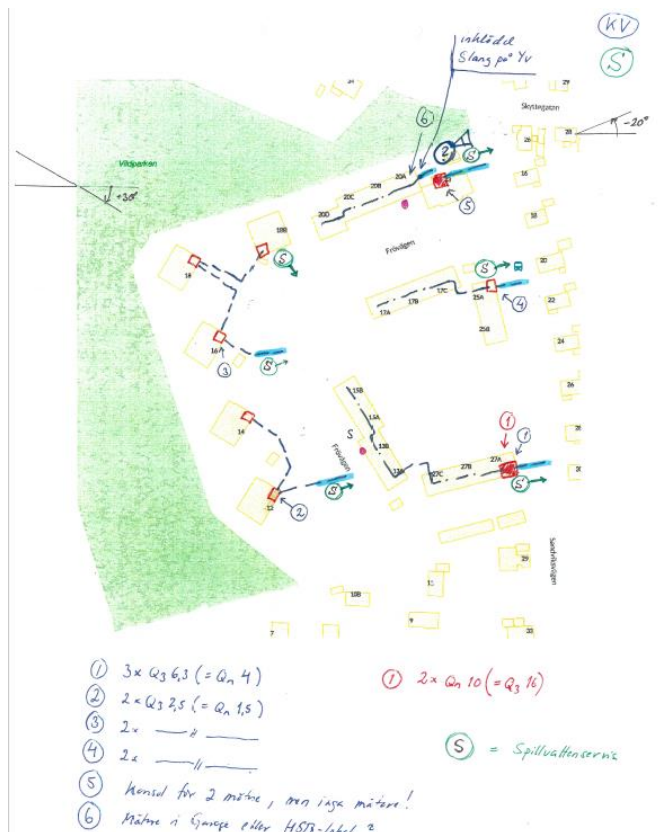
Några befintliga kulvertsträckor kan troligen fortsatt användas, exempelvis sträckan mellan Frövägen 15 och 17. I övrigt görs nya kulvert

I byggnaderna distribueras värmen via vattenburna radiatorsystem och denna princip kvarstår även efter renoveringen.

Mätning avseende värme, varmvatten och varmvattencirkulation planeras på byggnadsnivå. Avseende varmvatten så införs även individuell mätning och debitering i samtliga lägenheter.

## **2.5.2 Kallvattensystem**

Gällande kallvattenförsörjningen finns vattenanläggningar på Frövägen 12, Frövägen 16, Frövägen 20, Sandviksvägen 25 samt Sandviksvägen 27. Se Figur 9.



Figur 9. Ritning över kallvattenförsörjningen i kvarteren.

Kallvattensystemets utformning kommer i princip att bibehållas. Mätning av kallvatten planeras på byggnadsnivå. Individuell mätning och debitering införs även på kallvattnet i samtliga lägenheter.

### 2.5.3 Ventilationssystem

Samtliga hus hade före renoveringen frånluftsventilation. Inom renoveringen konverteras samtliga ventilationssystem till FTX-ventilation. Nya ventilationshus byggs på taken för att inrymma FTX-aggregat. Tilluft- och frånluftskanaler förläggs i vertikala schakt längs trapphusen.

## 3 Energi- och resursanvändning

### 3.1 Energistatistik

Energiberäkningen för renoveringsprojektet har genomförts i Beräkningsprogrammet VIP av konsultbolaget Bengt Dahlgren. Två modeller har byggts upp i VIP: ett punkthus vilket varit representativt för Frövägen 12, 14, 16 och 18, samt ett låghus som varit representativt för Frövägen 13-15, 17 och 20 samt Sandviksvägen 25 och 27. VIP-modellerna har kalibrerats och verifierats mot byggnadernas uppmätta energianvändning. Beräkningsresultatet från dessa

modeller har med hänsyn till Atemp extrapolerats för att motsvara hela kvarteren. Sammanlagd Atemp för kvarteren är 19 925 kvm.

Tabell 5 redovisar den energianvändning som beräknats för kvarteren i sin helhet inför renoveringen. Denna beräkning utgör referensfallet i denna rapport.

Tabell 5. Resultatet från energiberäkning avseende energiprestanda (specifik energianvändning) före renoveringen. Resultatet avser samtliga nio byggnader som ska renoveras.

Energibärare	Enhet	Energiberäkning
Fjärrvärme (normalårskorrigerad)	MWh/år	2 545,5
	kWh/m <sup>2</sup> Atemp, år	127,8
Fastighetsel	MWh/år	162,1
	kWh/m <sup>2</sup> Atemp, år	8,1
<b>Specifik energianvändning enligt BBR24</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup> Atemp, år</b>	<b>135,9</b>

Tabell 6 nedan redovisar den specifika energianvändningen för respektive byggnad, enligt energideklarationer utförda 2018-2020. Det framgår av tabellen att låghusen har bedömts ha en något bättre energiprestanda än punkthusen. I Tabell 7 summeras de ingående byggnadernas uppmätta användande av fjärrvärme, el och kallvatten för åren 2018, 2019 och 2020. Energiberäkningen i projektet har utgått från denna statistik.

Tabell 6. Energianvändning per hus enligt befintliga energideklarationer. Energiprestanda redovisad som specifik energianvändning.

Fastighet	Byggnad	Atemp	kWh/år	kWh/kvm, år
<b>Päronet 1</b>	Frövägen 17	1874	240 646	128
<b>Päronet 1</b>	Sandviksvägen 27	1851	237 952	129
<b>Päronet 1</b>	Sandviksvägen 25	1085	146 714	135
<b>Päronet 1</b>	Frövägen 13-15	2429	317 300	131
<b>Äppet 1</b>	Frövägen 20	2436	307 578	126
<b>Äppet 2</b>	Frövägen 12	2341	400 156	171
<b>Äppet 2</b>	Frövägen 14	2341	400 156	171
<b>Äppet 2</b>	Frövägen 16	2341	400 156	171
<b>Äppet 2</b>	Frövägen 18	2341	400 156	171

Tabell 7. Statistik för åren 2018-2020 avseende fjärrvärme (ej klimatkorrigerad), el och kallvatten för de byggnader som ingår i renoveringsprojektet.

	2018	2019	2020
<b>Fjärrvärme, kWh</b>	2 042 488	2 037 962	1 982 733
<b>El, kWh</b>	205 036	200 620	188 059
<b>Kallvatten, kbm</b>	24 619	24 591	24 827

## 3.2 Slut användare

Slutanvändningen av fjärrvärme respektive fastighetsel i läget före renoveringen sammanfattas i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 8. Slutanvändning av fjärrvärme innan renoveringen för de byggnader som ingår i renoveringsprojektet.

Fjärrvärme	MWh/år	Fördelning
Uppvärmning radiatorer	1961,6	77%
Varmvatten	379,0	15%
Varmvattencirkulation	83,9	3%
Kulvertförluster	121,2	5%

Tabell 9. Slutanvändning av fastighetsel innan renoveringen för de byggnader som ingår i renoveringsprojektet.

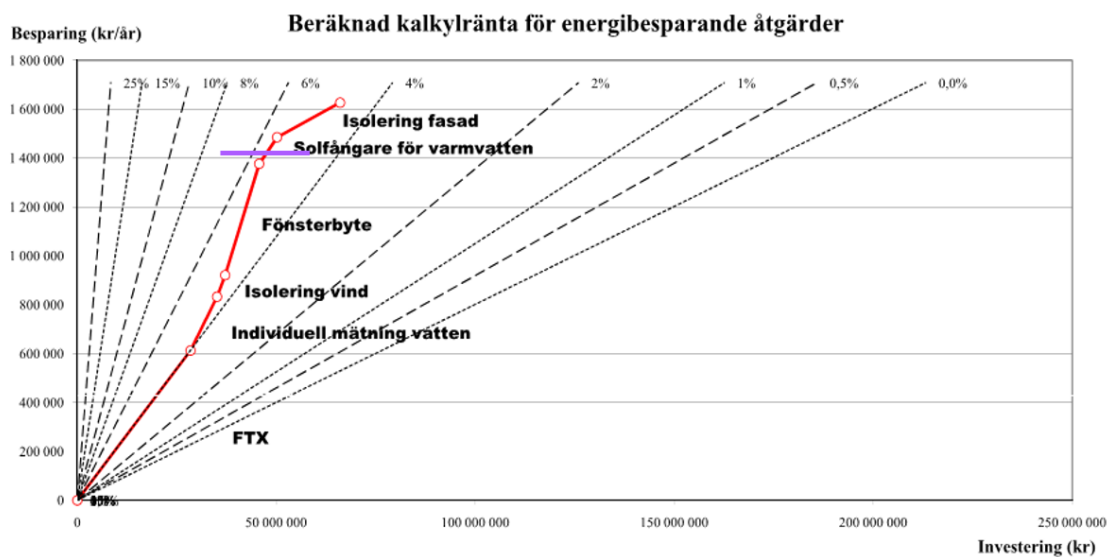
Fastighetsel	MWh/år	Fördelning
Fläktar	38,6	24%
Pumpar	102,8	63%
Inv belysning	11,1	7%
Utv belysning	9,7	6%

## 4 Identifierade åtgärder

I detta avsnitt presenteras de energiåtgärder som har analyserats inom projektet.

### 4.1 Utgångspunkt vid analys av åtgärder

Med utgångspunkten att Växjöbostäder under åren 2012-2020 genomfört en djuprenovering av kvarteret Alabastern i Växjö, omfattande 313 lägenheter och en halvering av den specifika energianvändningen, fanns det inför renoveringen av Äpplet och Päronet en tydlig idé om att ta vidare så många som möjligt av de framgångsrika åtgärderna som genomförts i kvarteret Alabastern. Dessa åtgärder omfattade bland annat konvertering från F-ventilation till FTX-ventilation, renovering av stammar, byte av fönster, tilläggsisolering kring fönster- och balkongpartier, tilläggsisolering av vind, införande av IMD på kall- och varmvatten, samt installation av energieffektiva blandare. Dessa åtgärder analyserades och bedömdes lämpliga ur ett energieffektiviserings- och lönsamhetsperspektiv i renoveringen av Alabastern. I Figur 10 redovisas ett internräntediagram från tidigt stadie i utredningen av åtgärdspaket för kvarteret Alabastern.



Figur 10. Internräntediagram från ett tidigt stadie av renoveringen av kvarteret Alabastern. I detta projekt analyserades ett antal åtgärdsförslag utifrån dess totala kostnader och besparingar.

I syfte att låta denna studie ta ett nytt perspektiv på analysen av energiåtgärder har utgångsläget varit att åtgärderna genomförda i kvarteret Alabastern även ska utföras i Äpplet och Päronet. Åtgärder enligt denna omfattning benämns vidare Åtgärdspaket Bas och dess påverkan på energiprestandan beskrivs mer ingående nedan. Dock behandlas inte lönsamheten för Åtgärdspaket Bas i denna rapport. Utöver att åtgärdspaketet redan praktiserats och utvärderats för Alabastern så var det, i det läge som detta LÅGAN-projekt genomfördes, redan beslutat att renoveringen av Äpplet och Päronet skulle genomföras i ett snarligt utförande.



Därav bedömdes det mer konstruktivt att undersöka finjusteringar av dessa åtgärder än att bedöma dem i sin helhet ännu en gång.

De åtgärder som istället har analyserats vidare ur ett lönsamhetsperspektiv med hjälp av Totalmetodikens i denna rapport utgår från åtgärdspaket Bas och undersöker de ytterligare merkostnader och besparingar som tillkommer när åtgärdspaketet finjusteras. Dessa redovisas som åtgärd 1 till och med åtgärd 4.

Vid beräkning och bedömning av de olika åtgärderna har ett iterativt arbetssätt använts, enligt Totalmetodikens princip. Energiåtgärderna har först applicerats på baspaketet separat (en i taget), där den mest lönsamma åtgärden valts till den första åtgärden att addera till åtgärdspaketet. Därefter har processen genomförts i nästa steg: de kvarstående energiåtgärderna har applicerats en i taget på scenariot "baspaketet + mest lönsamma åtgärden". Denna process har tillämpats ända fram till samtliga åtgärder rangordnats och ackumulerats. Utifrån rangordningen har åtgärderna fått sin benämning 1 till 4. Med hjälp av detta förfaringssätt redovisar Totalmetodikens internräntediagram, presenterat längre ned, en energibesparing som motsvarar det ackumulerade utfallet för det givna åtgärdspaketet.

Indata avseende kostnader för respektive åtgärd presenterad nedan har specificerats av entreprenör. Kostnaderna omfattar moms samt entreprenörens arvode. Besparingar kopplade till förväntad energibesparing har beräknats av energikonstult på Bengt Dahlgren. Sammanställning av indata i Totalmetodikens verktyg TotalTool (Version 2) har gjorts av Växjöbostäder.

Energipriser enligt Tabell 10 har använts i lönsamhetsbedömningen. För att ta i beaktande att åtgärdspaketet ifråga inte bara påverkar det rörliga energipriset utan även övriga kostnadsposter så som fasta avgifter och effektavgifter har priser för fjärrvärme och el inklusive sådana avgifter valts. Priserna bygger på Växjöbostäders historiska kostnader. Samtliga priser inkluderar moms.

Tabell 10: Antagna energipriser och årlig energiprisutveckling (utöver inflation).

Energipriser	Pris	Årlig prisutveckling
Fjärrvärme	0,72 kr/kWh	1 %
El	1,25 kr/kWh	1 %

## 4.2 Åtgärdspaket Bas

Åtgärdspaket Bas, vars omfattning har inspirerats av tidigare genomförd renovering av kvarteret Alabastern i Växjö, innefattar följande energiåtgärder:

- Ombyggnation av undercentraler och kulvert.
- Fönsterbyte, U-värde ca 2,8 byts till 1,1.
- Konvertering från frånluftsventilation till FTX-ventilation. SFP-tal 1,8, verkningsgrad 80 %.
- Tilläggsisolering av vind, ca 400 mm lösull.

- Installation av energieffektiva blandare.

Dessa åtgärders förväntade förbättring av energiprestandan redovisas i Tabell 11 nedan.

**Tabell 11. Påverkan på specifik energianvändning med åtgärds paket Bas. Resultatet avser samtliga nio byggnader som ska renoveras.**

Energibärare	Enhet	Före	Åtgärds paket Bas	Besparing
Fjärrvärme (normalårskorrigerad)	MWh	2545,487	1 362,857	1182,63
	kWh/m <sup>2</sup> Atemp	127,8	68,4	59,4
Fastighetsel	MWh	162,143	173,957	-11,814
	kWh/m <sup>2</sup> Atemp	8,1	8,7	-0,6
<b>Specifik energianvändning enligt BBR24</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>135,9</b>	<b>77,1</b>	<b>58,8</b>

Utöver ovan nämnda energiåtgärder omfattar renoveringen även installation av IMD på kallvatten och varmvatten samt installation av rumsgivare. Eftersom både varmvattenanvändning och inomhustemperaturer ska normaliseras till normalt brukande enligt BEN har dessa åtgärder inte haft inverkan i energiberäkningen.

Övriga åtgärder som genomförs, som ej påverkar fastighetens energiprestanda och som således inte berörs mer i denna rapport, är stambyten samt nya kök, vitvaror och ytskikt.

### 4.3 Åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal

Medan Åtgärds paket Bas innefattar konvertering från F-ventilation till ett FTX-aggregat med SFP-tal 1,8 och verkningsgrad 80 % så innefattar Åtgärd 1 ett än mer energieffektivt FTX-aggregat, för att utvärdera hur ett sådant val påverkar besparingar och kostnader. Alternativet som har utretts är att istället installera ett aggregat med SFP-tal 1,5 samt verkningsgrad 82 %. Se ingående parametrar för denna åtgärd i Tabell 12.

**Tabell 12: Parametrar för lönsamhetsbedömning av åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal.**

Åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal.		
Årlig energibesparing, värme	29,6	MWh/år
Årlig energibesparing, el	20,1	MWh/år
Total årlig kostnadsbesparing	46,5	kkkr/år
Total investeringskostnad	257,5	kkkr
Kalkyltid	20	år

## 4.4 Åtgärd 2, förbättrade fönster

U-värde på fönster var initialt i projektet ansatt till 1,1 W/m<sup>2</sup>, K. Här valdes att undersöka merkostnader och besparingar kopplade till alternativet att välja ett fönster med bättre värmeisoleringsförmåga, motsvarande U-värde 0,9 W/m<sup>2</sup>, K. Se Tabell 13.

Tabell 13: Parametrar för lönsamhetsbedömning av åtgärd 2, FTX med förbättrade fönster.

Åtgärd 2, förbättrade fönster		
Årlig energibesparing, värme	37,1	MWh/år
Årlig energibesparing, el	1,9	MWh/år
Total årlig kostnadsbesparing	29,1	kkkr/år
Total investeringskostnad	467,1	kkkr
Kalkyltid	30	år

## 4.5 Åtgärd 3, tilläggsisolering fönsterbröstning

Under projektets projektering identifierades en möjlighet att tilläggsisolera fönsterbröstningen 70 mm invändigt i samband med att åtgärdsförslag diskuterades inom projektet. Den beräknade besparingen, kostnaden och kalkyltiden för denna åtgärd redovisas i Tabell 14.

Tabell 14: Parametrar för lönsamhetsbedömning av åtgärd 3, tilläggsisolering fönsterbröstning

Åtgärd 3, tilläggsisolering fönsterbröstning		
Årlig energibesparing, värme	18,8	MWh/år
Årlig energibesparing, el	0,9	MWh/år
Total årlig kostnadsbesparing	14,7	kkkr/år
Total investeringskostnad	451,4	kkkr
Kalkyltid	40	år

## 4.6 Åtgärd 4, tilläggsisolering garage

En fjärde och sista energiåtgärd som analyserades var att tilläggsisolera tak och väggar i garagen som ligger i bottenplan i tre av de fem låghusen. Dessa värmdes innan renoveringen av radiatorer. En tillfällig mätning av rumstemperaturen gjordes i garagen under februari 2021. Denna påvisade en temperatur om 16 grader i garagen, när utetemperaturen låg runt 0 grader. Åtgärden som undersöktes omfattade att sänka temperaturen till 10 grader i garagen och isolera väggar och tak som vetter in mot huset med 70 mm mineralull. Se Tabell 15.

Tabell 15: Parametrar för lönsamhetsbedömning av åtgärd 4, tilläggsisolering garage.

Åtgärd 4, tilläggsisolering garage		
Årlig energibesparing, värme	15,7	MWh/år
Årlig energibesparing, el	0	MWh/år
Total årlig kostnadsbesparing	11,3	kkkr/år
Total investeringskostnad	1 360,8	kkkr
Kalkyltid	40	år

## 5 Åtgärds paket med Totalmetodiken

De fyra åtgärderna presenterade ovan utgör det samlade åtgärds paketet som har analyserats med hjälp av Totalmetodiken, se sammanställning i Tabell 16.

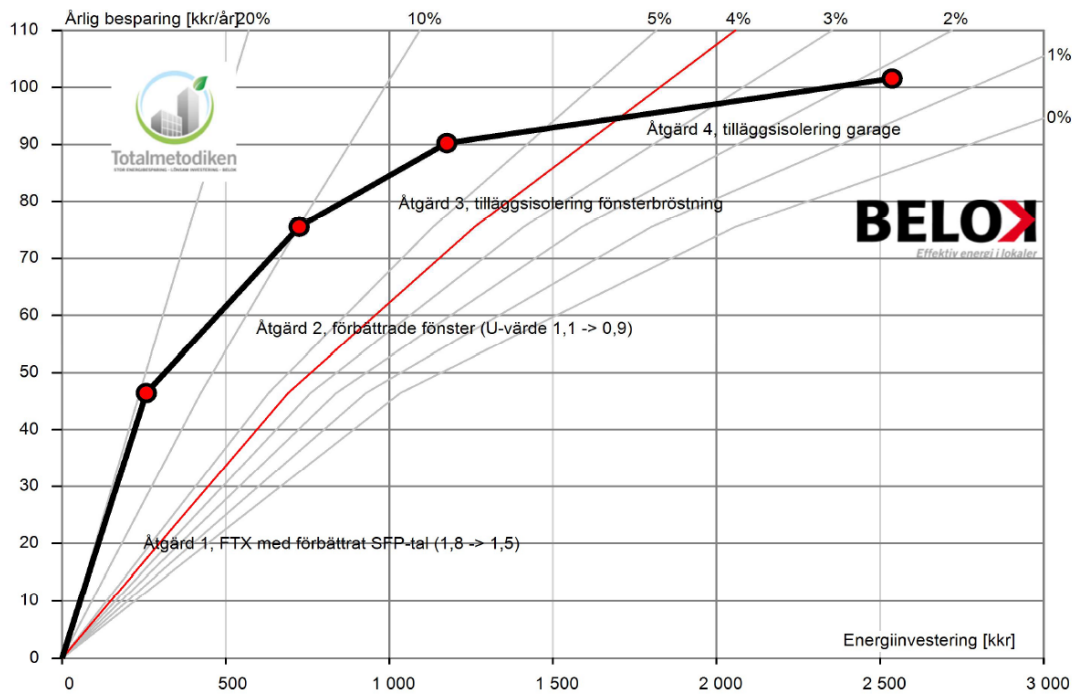
Tabell 16: Sammanställning av parametrar för respektive åtgärd.

	Besparing värme [MWh/år] [kkkr/år]	Besparing el [MWh/år] [kkkr/år]	Total besparing [kkkr/år]	Investering [kkkr]	Kalkyltid [år]
Åtgärd 1, FTX med förbättrat SFP-tal	29,6	20,1	46,5	257,5	20
	21,3	25,1			
Åtgärd 2, förbättrade fönster	37,1	1,9	29,1	467,1	30
	26,7	2,4			
Åtgärd 3, tilläggsisolering fönsterbröstning	18,8	0,9	14,7	451,4	40
	13,5	1,2			
Åtgärd 4, tilläggsisolering garage	15,7	0	11,3	1 360,8	40
	11,3	0			

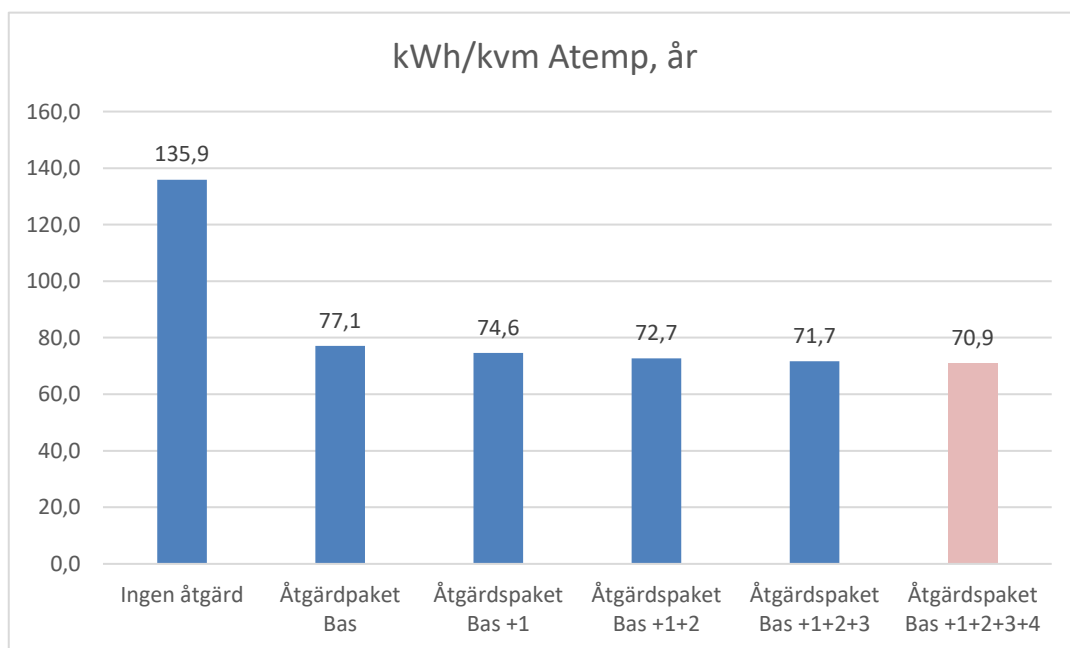
### 5.1 Resultat från lönsamhetsberäkningar

Lönsamheten för de analyserade åtgärderna redovisas i internräntediagrammet nedan, Figur 11. Växjöbostädernas avkastningskrav motsvaras av en internränta på 4 %, vilket redovisas av den röda linjen i diagrammet.

Det framgår av diagrammet att åtgärderna 1, 2 och 3 tillsammans utgör ett lönsamt åtgärds paket. Om åtgärd 4, tilläggsisolering garage, adderas till paketet uppnås dock inte lönsamhetskravet på 4 % internränta. Diagrammet tydliggör också att åtgärd 1 till viss del bär lönsamheten för åtgärd 2 och 3.



Figur 11. Internräntediagram för de analyserade åtgärderna 1 till och med 4. Lönsamhetskravet nås fram till och med åtgärd 3, men inte om åtgärd 4 (tilläggsisolering garage) genomförs.



Figur 12. Sammanställning av åtgärdspaketens påverkan på den specifika energianvändningen. Åtgärdspaket "Bas +1+2+3+4" har rödmarkerats då det inte uppfyller lönsamhetskravet.

Det åtgärds paket som förväntas kunna maximera energibesparingen utifrån det givna lönsamhetskravet är således åtgärds paket "Bas +1+2+3". Med stöd av denna slutsats har det i projektet också beslutats att dessa åtgärder ska genomföras. En sammanställning av detta paket redovisas i Tabell 17.

Tabell 17: Sammanställning av resultatet för åtgärds paketet "Bas +1+2+3".

Sammanställning av åtgärds paket		
Beräknad total kostnadsbesparing	90,2	kSEk/år
Beräknad energiinvesteringskostnad	1 175,9	kSEk
Internränta för åtgärds paketet	6,8	%
Beräknad total värmebesparing	85,5	MWh/år
Beräknad total elbesparing	23,0	MWh/år

## 6 Slutsatser

Med utgångspunkt i det åtgärds paket som genomfördes i renoveringen av kvarteret Alabastern (benämnt åtgärds paket Bas) har denna rapport fokuserat på att hitta finjusteringar i detta åtgärds paket, för applicering på renoveringen av fastigheterna Äpplet och Päronet. Fyra åtgärder har utvärderats med Totalmetodiken, där iterativa beräkningar har fastslagit hur dessa åtgärder kan genomföras för högsta möjliga energieffektiviseringsgrad utifrån det givna lönsamhetskravet. Tre av dessa åtgärder har bedömts kunna paketeras i ett lönsamt åtgärds paket: FTX-ventilation med förbättrat SFP-tal, förbättrade fönster samt tilläggsisolering av fönsterbröstning. Dessa åtgärder har med stöd av denna slutsats även beslutats för genomförande i projektet. Däremot har tilläggsisolering av garage bedömts olönsamt och därav även exkluderats från genomförandet.

Åtgärds paket Bas förväntas kunna reducera den specifika energianvändningen till ca 136 kWh/kvm, år. Därtill bedöms de lönsamma åtgärderna kunna reducera användningen ytterligare, till 71,7 kWh/kvm, år. Totalt nås en energieffektiviseringsgrad på 47 %. Lönsamheten för de tre åtgärderna bedöms till 6,8 % internränta, utifrån en investeringskostnad på 1 176 kSEK och en kostnadsbesparing på 90,2 kSEK/år.



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Byggföretagen, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

[www.laganbygg.se](http://www.laganbygg.se)

