ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP
FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Rekorderlig Renovering

Demonstrationsprojekt för energieffektivisering i befintliga flerbostadshus

Slutrapport för Lagersbergs renoveringsetapp1 – Kommunfastigheter i Eskilstuna

Utarbetad av
Per Levin, Projektengagemang
Camilla Karlsson, Kommunfastigheter i Eskilstuna

Januari 2015

KOMMUNFASTIGHET

BESTÄLLARGRUPPEN BOSTÄDER

Beställargruppen bostäder, BeBo, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och fastighetsägare/förvaltare av flerbostadshus. BeBo initierades 1989 av Energimyndighetens företrädare NUTEK. Gruppen driver idag utvecklingsprojekt med inriktning på energieffektivitet och miljö.

Syftet med gruppens arbete är att energieffektiva system och produkter tidigare ska komma ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändningen samtidigt som funktion och komfort inte får försämras utan ska snarare ska förbättras.

SAMMANFATTNING

Syftet med BeBo-projektet ”Rekorderlig Renovering” är att i anslutning till Sveriges nationella miljömål God bebyggd miljö verka för att demonstrationsprojekt genomförs med målen att:

- Minska köpt energi med 50 %, väl förankrat i bostadsföretagens ledning.
- Identifiera vilka insatser/åtgärder som behövs för att nå 50 %.
- Följa upp och dokumentera projekten för att kunna föra kunskapen vidare.

Denna redovisning omfattar slutrapport för Kommunfastigheters ombyggnadsprojekt för första etappen av Lagersberg i Eskilstuna. Rapporten fokuserar på effekterna och konsekvenser av insatser för en halvering av inköpt energi. Resultaten från denna etapp är tänkt att tillgodogöras inför kommande renoveringsetapper i området.

Demonstrationsobjektet består av fyra trevånings lamellhus på Lagrådsgatan i stadsdelen Lagersberg i Eskilstuna, vilken är byggd år 1969-1974. Hela området består av 23 huskroppar med totalt 432 lägenheter. Renoveringen i Lagersbergsområdet är indelad i fyra etapper, och i denna rapport redovisas arbetet med etapp 1, med 87 lägenheter. Kostnaderna för energisparåtgärderna utgjorde endast en dryg fjärdedel av projektets totala kostnad.

Utgångsläget för områdets specifika energianvändning, dvs med fjärrvärme från en gemensam stor undercentral, var 187 kWh/m^{2}A$_{temp}$. Konvertering till uppdelad primär fjärrvärme inklusive kulvertbyte genomfördes under 2010-2011, med en beräknad besparing på 12 kWh/m^{2}A$_{temp}$, vilket betydde att utgångsläget för detta BeBo-projekt beräknades till 175 kWh/ m^{2}A$_{temp}$.

Följande energirelaterade åtgärder genomfördes mellan april 2012-mars 2013:

- Utvändig tilläggsisolering av yttervägg och av vindsbjälklag
- Renovering och utbyte av fönster, fönsterdörrar och balkongpartier.
- Installation av ny FTX-ventilation.
- Installation av solfångare
- Installation av individuell varmvattenmätning och byte till snålspolande blandare.
- Byte av trapphusbelysning

Energikostnaderna var i stort sett enligt budget. Byggkostnaderna däremot blev ca 2,3 Mkr dyrare än beräknat, varav ca 2 Mkr kan hänföras till att ett stort antal fönster fick bytas ut i stället för att renoveras. Tätning av otäta frånluftskanaler och samlingslådor tillkom också med ca 0,3 Mkr.

Några av erfarenheterna Kommunfastigheter gjort under projektet kan sammanfattas i nedanstående punkter:

- Extra tätning av befintliga samlingslådor och frånluftskanaler var tvunget att genomföras på grund av svårigheter vid injusteringen av luftflöden.
- En stor andel av fönstren visade sig vara i så dåligt skick att de inte kunde renoveras utan fick bytas. I följande etapper har beslut tagits att byta alla fönster.
- När den gamla värmeisoleringen tas bort är det viktigt att hinna isolera vindsbjälklaget innan det blir för kallt ute. I denna etapp hanns det inte riktigt med, vilket innebar klagomål från hyresgäster.
- Installation av varmvattenmätning gav ingen besparing.
  I detta fall har tappvarmvattenanvändningen ökat succesivt.
- Mer information till hyresgäster behövs.
- Tilluftsdon får ej täppas till av hyresgästerna.

Justerat för den ökade tappvarmvattenanvändningen och det något sämre utbytet av solfångarna har beräknad energianvändning i princip uppnåtts. Sett per m^2 A_{temp} uppmättes en specifik energianvändning av 98 kWh/m^2 under mätperioden, vilket ska jämföras med beräknade 79 kWh/m^2 och Kommunfastigheters interna mål på 90 kWh/m^2. Förklaringarna utvecklas nedan. Utan korrektioner har en energibesparing på ca 42 % uppnåtts genom åtgärderna i Lagrådsgatan 10-12.

Varmvattenanvändningen har ökat trots att individuell mätning och debitering (IMD) och installation av vattenbesparande armaturer genomförts för lägenheterna, vilket resulterade i att beräknade 12 kWh/m^2 besparing i stället blev en ökning med 5 kWh/m^2. Korrigerat för detta skulle den förväntade specifika energianvändningen i stället bli 96 kWh/m^2, vilket endast är 2 kWh/m^2 från uppmätt. Den ökade varmvattenanvändningen kan således förklara nästan hela skillnaden mellan beräknad och uppmätt energianvändning.

Solfångarnas uppmätta bidrag till tappvarmvattnet är ca 5,4 kWh/m^2 A_{temp}, vilket är ca 1 $kWh/m^2 A_{temp}$ sämre än beräknat.

INNEHÅLL

Sammanfattning		2
Förord		5
1.	Inledning	6
	Syfte och mål	6
	Metod	6
2.	Objektsbeskrivning	7
	Beskrivning av byggnaderna	7
	Byggnadsteknik	8
	Installationsteknik	8
	Energianvändning före åtgärder	8
3.	Åtgärder	10
	Solfångare för uppvärmning av tappvarmvatten	12
4.	Åtgärdskostnader	14
5.	Lönsamhetskalkyler	15
	Lönsamhetskalkyler enligt BeBo:s förutsättningar	15
	Kommunalfastigheters kalkylförutsättningar	15
6.	Förberedelser för genomförande	19
7.	Resultat från momentana mätningar	20
8.	Resultat från uppföljning	21
	Specifik energianvändning	21
	Solfångare	23
	Erfarenheter	26
9.	Slutsatser	27
Bilagor		27

FÖRORD

Energianvändningen i bebyggelsen måste minskas för att bromsa dess negativa miljöpåverkan. På bred front ska behovet av köpt energi halveras till år 2050 i förhållande till användningen 1995.

Energimyndigheten har i uppdrag att ”driva på” energieffektiviseringen i bostadssektorn. Av erfarenhet vet man att demonstrationsprojekt är en verkningsfull metod för att sprida goda idéer och få fler att våga gå i samma spår.

En stor del av bostadsbeståndet är byggt under åren 1965 – 1975 inom miljonprogrammet. Dessa byggnader är intressanta för energieffektiviseringsprojekt, eftersom de är mycket lika vad gäller energistatus, byggnads- och installationsteknik och de ligger nu i tur för upprustning. Dessutom är de många, totalt omfattas 700 000 till 800 000 lägenheter.

Energimyndigheten stöttar med resurser inom ramen för BeBo-projektet ”Rekorderlig Renovering” (RR), för att demonstrera vilka energiåtgärder man ska satsa på och vilka konsekvenser de får på innemiljö, beständighet och varsamhet. För att öka spridningen till fler fastighetsägare genomförs RR-projekt på flera orter i Sverige. Målsättningen är att projekten skall vara väl dokumenterade för att underlätta upprepning och att man även kan göra studiebesök så att den som söker information och kunskap om energieffektivisering kan förvissa sig om att det verkligen fungerar!

Stockholm, januari 2015

Per Levin

1. INLEDNING

Syfte och mål

Syftet med BeBo-projektet ”Rekorderlig Renovering” är att i anslutning till Sveriges nationella miljömål God bebyggd miljö verka för att demonstrationsprojekt genomförs med målen att:

- Minska köpt energi med 50 %, väl förankrat i bostadsföretagens ledning.
- Identifiera vilka insatser/åtgärder som behövs för att nå 50 %.
- Följa upp och dokumentera projekten för att kunna föra kunskapen vidare.

BeBo:s fokus inom projektet ligger på energiåtgärder främst för klimatskärm och ventilation. I processen medverkar byggherre, konsulter och entreprenörer för att nå bästa lösningar. Som ett stöd har BeBo tillhandahållit energiberäkningar, möjlighet till rådgivning och uppföljning av åtgärder och fuktfrågor samt dokumentation.

Demonstrationsobjekten skall på ett representativt sätt kunna ge vägledning och kunskap om möjligheter samt svårigheter, hinder och vilken typ av stimulans eller stöd som kan vara aktuell.

Metod

Dokumentationsarbetet har innehållit följande moment:

- Beskrivning av objekt
- Checklista
- Termografering
- Tryckprovning
- Ekonomiska förutsättningar/budget.

Analysarbetet har innehållit följande moment:

- Energiberäkningar som genomförts på samma sätt för alla delprojekt. Beräkningarna av byggnadernas befintliga skick har kalibrerats till inom 10 % avvikelse med hjälp av uppmätt fjärrvärme, fastighetsel och hushållsel före åtgärd, vilket bildar utgångspunkt för besparingsberäkningarna. Indata redovisas i bilaga.
- Lönsamhetskalkyler som utgår från BeBo:s och Kommunfastigheters kalkylförutsättningar. Endast merkostnader för energibesparande åtgärder tas med i kalkylen.
- Inneklimatet har följts upp genom kontakter med de boende.

Uppföljning av resultat och ekonomi har följts upp genom:

- Utökade mätningar.
- Genomgång av åtgärdskostnader.

Projekten inom Rekorderlig renovering indelas normalt i tre etapper:
Etapp 1: Val av objekt, åtgärdsförslag, projektering och upphandling.
Etapp 2: Genomförande med kontrollplan. Idrifttagning.
Etapp 3: Uppföljning av energi och inneklimat.

Denna redovisning omfattar slutrapport för Kommunfastigheters ombyggnadsprojekt för första etappen av Lagersberg i Eskilstuna. Rapporten fokuserar på effekterna och konsekvenser av insatser för en halvering av inköpt energi. Resultaten från denna etapp är tänkt att tillgodogöras inför kommande renoveringsetapper i området.

2. OBJEKTSBESKRIVNING

Demonstrationsobjektet består av fyra trevånings lamellhus på Lagrådsgatan i stadsdelen Lagersberg i Eskilstuna, vilken är byggd år 1969-1974. Hela området består av 23 huskroppar med totalt 432 lägenheter. Renoveringen i Lagersbergsområdet är indelad i fyra etapper, och i denna rapport redovisas arbetet med etapp 1, se figur 1. Ett pilotprojekt genomfördes i Lagrådsgatan 14 år 2009, innan projektet i området påbörjades. Energianvändningen sänktes där från ca 170-180 till 110 kWh/m^{2}år. Detta hus ingår inte i denna rapport.

Figur 1 Fasad före åtgärd och situationsplan över etapp 1-området på Lagrådsgatan. Byggnaderna inom det rödmarkerade området är de som ingår i denna rapport. Den nordvästra byggnaden är Lagrådsgatan 14, vilken ej ingår i denna rapport, men delar undercentral för fjärrvärme med Lagrådsgatan 16 och 18.

Beskrivning av byggnaderna

	Lagrådsg. 10 a-c	Lagrådsg. 12 a-f	Lagrådsg. 16 a-c	Lagrådsg. 18 a-c	Hus-gruppen
Byggnadsnummer	228	229	231	232	-
Antal lägenheter	18	36	18	15	87
Antal våningar ovan mark	3	3	3	3	3
Antal våningar i markplan	1	1	1	1	1
Antal trapphus	3	6	3	2	14
Antal hissar	0	0	0	0	0
Antal tvättstugor i byggnad	0	3	1	0	4
Antal fristående tvättstugor	0	0	0	0	0
Antal varmgarage	6	13	3	0	22
Antal motorvärmare**	6	13	3	0	22
Antal belysningsstolpar***	x	x	x	x	-
Area A_{temp}*, m^2	2387	4505	2230	1534	10 655
Area BOA, m^2	1659	3172	1611	1132	7 572

* Uppmätt i CAD. **Finns i varmgaragen.***Ej inventerat.

Byggnadsteknik
Beskrivning av vilken byggnadsteknik och vilka material som ursprungligen använts.

Stomme	Bärande lättbetongväggar i plan 2 och uppåt. Bärande betonginnerväggar i entréplanet.
Grund	170 mm pålad platta på mark, 50 mineralull, 60 överbetong
Yttervägg	Utvändig puts på 250 mm lättbetong, invändig puts
Balkongparti	Träpanel på 70 mm isolerad regelstomme, invändig skivbeklädnad
Yttervägg i markplan	Utvändig puts på 150 mm lättbetongblock, 150 mm betong (250 mm betong vid skyddsrum)
Tak	Kallvind med uppstolpat tak. 50+100mm mineralull, 150 betongbjälklag.
Fönster	Kopplade 2-glasfönster i trä.

Installationsteknik
Beskrivning av tekniska installationer.

Ventilation	Vätskekopplat FTX-system med uppmätt verkningsgrad 15-45%. Tilluften tillförs rum via inblåsning bakom radiator. Tilluftkanaler inom lägenhet är förlagda i golv. Frånluft evakueras via kök och våtenheter.
Uppvärmning	2 st fjärrvärmeundercentraler placerade på Lagrådsgatan 12 och 18 som sedan försörjer angränsande hus (nummer 10 resp. 16 och 14). Primäranslutning till fjärrvärme utfördes under 2010-2011. Ett-rörs radiatorsystem utan termostatventiler.
Tappvarmvatten	Varmvatten bereds i fjärrvärmeundercentraler och distribueras till närliggande hus via markkulvert. VVC-slingor finns, tom genom radiatorer i badrum, vilka dock i huvudsak är utbytta.
Belysning	Utbytt allteftersom, varierande.

Energianvändning före åtgärder
Utgångsläget för området, dvs med fjärrvärme från en gemensam stor undercentral, var 187 kWh/m^{2}A$_{temp}$. Konvertering till primär uppdelad fjärrvärme inklusive kulvertbyte genomfördes under 2010-2011, med en beräknad besparing på 12 kWh/m^{2}A$_{temp}$, vilket betydde att utgångsläget för detta BeBo-projekt beräknades till 175 kWh/ m^{2}A$_{temp}$.

Underlaget för energianvändningen före åtgärder är därför bristfälligt på byggnadsnivå. Uppmätta värden på värme och fastighetsel innan åtgärder baseras därför på data för perioden juli 2011 till juni 2012. Vissa störningar kan ha förekommit under föreperioden.

Avläsningspunkter för fjärrvärme och tappvarmvattenmängd finns i de båda undercentralerna där Lagrådsgatan 10 och 12 respektive Lagrådsgatan 14, 16 och 18 har gemensam avläsning. Lagrådsgatan 14 har i sin tur särskild mätning för värme samt tappvarmvattenmängd per lägenhet. Dessa avlästa värden ska dras av för att få fjärrvärmeanvändningen för Lagrådsgatan 16 och 18.

För Lagrådsgatan 14 saknas mätaravläsningar för värme innan renoveringen, eftersom den mätare som installerades placerades svårtillgängligt och därmed inte blev avläst. Däremot finns data för Lagrådsgatan 14-18 totalt. Dessa värden är dock ej

representativa för byggnaderna då Lagrådsgatan 14 renoverats i ett tidigare skede (2009).

Elcentraler är placerade med separat avläsning för varje byggnad.

Uppmätta värden före åtgärder:

	Lagrådsgatan 10-12
Värme (kWh/m^{2}år, normalårskorr.)	115
Varmvatten (kWh/m^2)*	33
Fastighetsel (kWh/m^2 A_{temp})	22
Energiprestanda (kWh/m^2 A_{temp})	170
Hushållsel (kWh/m^{2}år)	28**
Tappkallvatten (m^3)	i.u.

*Varmvattenenergins andel av fjärrvärmen baseras på uppmätt volym i m^3 gånger 55.
**Uppskattat från mätningar i 39 lägenheter.

3. ÅTGÄRDER

Grundförutsättningen inför identifiering av åtgärder inom RR-projektet är en 50-procentig energibesparing. Kommunfastigheter har också haft samma ambition för Lagersberg. Åtgärdspaket har tagits fram som enligt beräkningarna uppfyller ambitionen om en 50-procentig energibesparing.

En halvering av uppmätt energiprestanda ger ett energiprestandamål för husen på:

Lagrådsgatan 10-12	85 kWh/m^{2}år
Husgruppen	Ca 90 kWh/m^{2}år

Följande åtgärder ingick i Kommunfastigheters plan för Lagersberg etapp 1 och har genomförts mellan april 2012-mars 2013:

Värmeisolering
- ✓ Utvändig tilläggsisolering av yttervägg med 50 mm mineralull med utanpåliggande puts på stålnät.
- ✓ Isolering av vindsbjälklag med 500 mm (borttagning av gammal isolering först).

Fönster & dörrar
- ✓ Enkelglaset i innerbågen byttes ut mot en isolerruta, nytt U-värde 1,3 W/m^{2}K. Ca 40 % av fönstren har bytts ut mot helt nya, med U-värde 1,1 W/m^{2}K.
- ✓ Utbytta bröstningspariter vid balkonger.

Ventilation
- ✓ Installation av ny FTX-ventilation
- ✓ Aggregat med ca 89-93 % temperaturverkningsgrad (Dubbel plattvvx, Exhausto).

Tappvarmvatten
- ✓ Installation av solfångare, 151 m^2 Aquasol.
- ✓ Installation av individuell varmvattenmätning och byte till snålspolande blandare.

Övriga åtgärder
- ✓ Byte av trapphusbelysning
- ✓ Stambyte med kassettsystem samt kakel och klinker
- ✓ Upprustning av kök (byte av bänkskivor och skåpluckor).

I följande figurer 2-4 redovisas några detaljer för tilläggsisoleringen.

Figur 2 Utvändig isolering vid utkragande bjälklag.

Figur 3 Anslutning vid gavelspets.

Figur 4 Nytt väggparti vid balkonger.

Energiberäkningar har genomförts gemensamt för byggnaderna (exkl. Lagrådsgatan 14). Dessa utfördes enligt RR-metodiken med att grundfallet före åtgärder kalibrerades till inom 10 % av uppmätta värden på värme och fastighetel. Resultaten visas i tabell 1 och figur 5. Beräkningsindata redovisas i bilaga 1. En ändring i fönstrens U-värde i beräkningarna till 0,9 W/m^{2}K har gjort att besparingen blir något överskattad.

Tabell 1 Beräknade besparingar av enskilda genomförda åtgärder (kWh/m^{2}A$_{temp}$).

Energibesparande åtgärd	**Besparing fjärrvärme (kWh/m^{2}år)**	**Besparing el (kWh/m^{2}år)**
Isolering fasad och grund 50 mm	18	
Byte av fönster 40 % av fönstren (U=1,1) + parti kök	8	
Energiglas 60 % av fönstren (U=1,3)	9	
Isolering tak 500 mm	4	
Termostatstyrning	2	
FTX ventilation	19	5
Byte sekundärledningar mellan husen, värmestam ventiler och reglerventiler	5	
Byte trapphusbelysning	0	2
Solfångare på hus 232 (151 m2)	6	
Installation av IMD varmvatten och snålspolande blandare	12	
Summa	**83**	**7**
Total beräknad besparing	**90**	

Figur 5 Beräkning av energiprestanda före och vid genomförda individuella åtgärder och åtgärdspaket för Lagersberg etapp 1.

<u>Solfångare för uppvärmning av tappvarmvatten</u>

Solfångarna, som installerades på Lagrådsgatan 18 (byggnad 232), är 12 st plana Aquasol Big AR, se figur 6. Dessa har en referensarea på 12,6 m^2, totalt 151 m^2. Beräknat årsutbyte (50°C enligt SP standard) är 5972 kWh per modul, totalt 71664 kWh. Med total A_{temp} i etapp 1 på 10 655 m^2 blir den teoretiska besparingen 6,7 kWh/m^2.

Figur 6 Sektion och bild på solfångaranläggningen.

4. ÅTGÄRDSKOSTNADER

Nedanstående tabell 2 visar en kostnadsbedömning av genomförda åtgärder. Kostnaderna har tagits fram av Kommunfastigheters projektledare baserat på fakturor.

Tabell 2 Kostnader för energiåtgärderna på Lagersberg etapp1 inklusive moms. Byggherrekostnad på 6,4 % ingår.

Åtgärd	Kostnad	Beräknad Pay-off tid (år)	Anm.
Isolering fasad och grund 50 mm	440 230 kr	3	Endast isolerskikt
Byte av 40 % av fönstren (U-värde =1,1) + parti kök	1 410 465 kr	25	50 % kostnad
Energiglas 60 % av fönstren (U=1,3)	1 283 450 kr	20	
Isolering vindsbjälklag 500 mm	988 190 kr	35	
Termostatstyrning	269 990 kr	19	
FTX-ventilation	5 117 840 kr	28	
Byte sekundärledningar mellan husen, värmestam, ventiler och reglerventiler	324 520 kr	9	
Byte trapphusbelysning	476 140 kr	27	
Solfångare på hus 232 (151 m^2)	2 443 210 kr	43	
Installation av individuell vv mätning och snålspolande blandare	2 390 010 kr	28	
Åtgärdspaket	15 144 000 kr	23	

Kostnaderna för energisparåtgärder utgör endast en dryg fjärdedel av projektets totala kostnader, se tabell 3. Kostnaden för FTX, ca 59 000 kr per lägenhet, kan tyckas relativt hög med hänsyn till att återvinning, om än mycket dålig, fanns innan. Gamla batterivärmeväxlare ersattes med nya aggregat i källaren, vilket också medförde en hel del ny kanaldragning. Ev. hade kostnad för byte av batterivärmeväxlare och fläktar kunnat räknas av från energisparkostnaden.

Tabell 3 Totala kostnader i Lagersberg etapp 1.

	Hela etapp 1	Per lgh
Totalt energiåtgärder:	15 144 045 kr	172 091 kr
Totalt ROT åtgärder:	35 391 463 kr	402 176 kr
Totalt byggprojekt:	**50 535 508 kr**	**574 267 kr**
Mark:	1 131 000 kr	12 852 kr
Hållbart socialt projekt:	730 000 kr	15 909 kr
Totalt:	**52 500 000 kr**	**603 029 kr**

Energikostnaderna var i stort sett enligt budget. Byggkostnaderna däremot blev ca 2,3 Mkr dyrare än beräknat, varav ca 2 Mkr kan hänföras till att ett stort antal fönster fick bytas ut i stället för att renoveras. Tätning av otäta frånluftskanaler tillkom också med ca 0,3 Mkr. Bl.a. tätades samlingslådors botten med flytspackel. Vissa otätheter kvarstår dock.

5. LÖNSAMHETSKALKYLER

Den teoretiska beräkningen kommer ofta i konflikt med den ekonomiska verkligheten för bostadsföretaget. Det finns flera faktorer som inverkar på de förslag som kan ge de bästa besparingarna, som t.ex:

- Hyrestak mot möjlig investering
- Ekonomi, räntor, avskrivningstider mm.
- Personal, förändring av projektledare
- Förändring i företagsledning/medverkan från ledning
- Kulturminnesmärkning
- Fokus i projekt ansiktslyftning (status) mot energifrågor.

Lönsamhetskalkyler enligt BeBo:s förutsättningar
Kalkylprincipen är att endast merkostnader för energibesparande åtgärd ska belasta energikalkylen. Detta betyder att kostnader för t.ex. underhåll och ökad komfort eller modernisering ska dras bort från investeringskostnaden för energi.

Åtgärder som inte påverkar energianvändningen ska heller inte belasta energikalkylen såvida inte åtgärden utgör en förutsättning för att kunna genomföra energisparåtgärden.

Kalkylförutsättningar

Kalkylränta	5 % (utöver inflation)
Åtgärders livslängd:	
Installationsåtgärder	15 år
Byggnadstekniska åtgärder	40 år
Energipris:	
Elpris	1,2 kr/kWh
Årlig elprisökning utöver KPI	q_{el} = 2 %.
Fjärrvärmepris	0,8 kr/kWh
Årlig värmeprisökning utöver KPI	$q_{värme}$ =1 %

Inflation 0 %

Kommunalfastigheters kalkylförutsättningar
Kommunfastigheters beslut om genomförda åtgärder baseras på nedanstående kalkylförutsättningar:

Kalkylränta	5,5 % (utöver inflation)
Åtgärders livslängd:	
Installationsåtgärder	20 år
Byggnadstekniska åtgärder	40 år
Energipris:	
Elpris	1,25 kr/kWh
Årlig elprisökning utöver KPI	q_{el} = 2 %.
Fjärrvärmepris	0,87 kr/kWh
Årlig värmeprisökning utöver KPI	$q_{värme}$ = 2 %

Hyresrabatt	Sammanlagt ca 480 000 kr då en månadshyra gavs som kompensation för olägenheter under byggtiden.
Driftkostnad	Inga ökade kostnader.

Inga intäkter ingår i lönsamhetskalkylen.

Med BeBo:s kalkylförutsättningar blir de flesta åtgärderna inte lönsamma varken som ett åtgärdspaket eller var för sig, se tabell 4. Internräntediagram för åtgärderna redovisas i figur 7 (Belok totalverktyg).

Tabell 4 Beräknad tåld investering och nuvärde för Lagersberg etapp 1 utifrån åtgärdernas beräknade kostnadsbesparing (LCC) och BeBo:s kalkylföruts.

Lagersberg, etapp 1						
	Fjärrvärme, kWh/m^2 år	Fastighets-el, kWh/m^2 år	Besparing, kWh/m^2 år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärdes-differens, kr
Grundfall	155	20				
Fönsterbyte	138	20	17	1 918 997	2 693 915	-774 918
FTX	136	15	24	1 715 431	5 117 840	-3 402 409
Isolering fasad och grund	137	20	18	451 529	440 230	11 299
Isolering vind	151	20	4	451 529	988 190	-536 661
Byte sekundärledningar mellan husen mm	150	20	5	317 052	324520	-7 468
Byte trapphusbelysning	155	18	2	204 253	476 140	-271 887
Solfångare på hus 232	149	20	6	380 462	2 443 210	-2 062 748
Installation IMD	143	20	12	760 925	1 019 447	-258 522
Termostatstyrning	153	20	2	126 821	269 990	-143 169
Åtgärdspaket	72	13	90	10 753 414	15 144 045	-4 390 631

Kostnader är inklusive moms.

Figur 7 Internräntediagram för genomförda åtgärder för Lagersberg etapp 1 med BeBo:s förutsättningar.

Kommunfastigheters förutsättningar skiljer sig från BeBo:s, vilket ger ett mer positivt resultat, se tabell 5 och figur 8.

Tabell 5 Beräknad tåld investering och nuvärde för Lagersberg etapp 1 utifrån åtgärdernas beräknade kostnadsbesparing (LCC) och Kommunfastigheters förutsättningar.

Lagersberg, etapp 1						
	Fjärrvärme, kWh/m^2 år	Fastighets-el, kWh/m^2 år	Besparing, kWh/m^2 år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärdes-differens, kr
Grundfall	155	20				
Fönsterbyte	138	20	17	2 251 634	2 693 915	-442 281
FTX	136	15	24	2 308 075	5 117 840	-2 809 765
Isolering fasad och grund	137	20	18	529 796	440 230	89 566
Isolering vind	151	20	4	529 796	988 190	-458 394
Byte sekundär-ledningar mellan husen mm	150	20	5	440 743	324520	116223
Byte trapphus-belysning	155	18	2	253 301	476 140	-222 839
Solfångare på hus 232	149	20	6	528 892	2 443 210	-1 914 318
Installation IMD	143	20	12	1 057 783	1 019 447	38 336
Termostat-styrning	153	20	2	176 297	269 990	-93 693
Åtgärdspaket	72	13	90	12 325 376	15 144 045	-2 818 669

Figur 8 Internräntediagram för genomförda åtgärder för Lagersberg etapp 1, med Kommunfastigheters förutsättningar.

Lönsamhetsberäkningar har också utförts med Kommunfastigheters kalkylförutsättningar, fast med 25 års livslängd för installationstekniska åtgärder i stället för 20 år. Resultatet av nuvärdesberäkningarna visar endast en marginell skillnad för installationstekniska åtgärder jämfört med de beräkningar som utförts med 20 års livslängd.

Antaganden om den framtida energiprisökningen torde ha betydligt större inverkan på resultatet än ovanstående.

6. FÖRBEREDELSER FÖR GENOMFÖRANDE

Projektets genomförande bygger på identifiering av verklig energianvändning före och efter åtgärd. För att säkerställa kvaliteten på arbetet och kunna följa upp effekten av genomförda åtgärder har en verifikationsplan tagits fram för kontroller av kritiska arbetsmoment, mätningar och uppföljning.

Byggnaderna har kompletterats med följande mätutrustning:

- Mätare för fjärrvärme i undercentral
- Varmvattenmätare i UC
- Fastighetsel per byggnad
- Solfångare - levererad värme
- Innetemperaturer i lägenheter (referensgivare, ca 2 per byggnadskropp).
- Mätning av värme och varmvatten till Lagrådsgatan 14. Detta för att kunna dra av denna användning från totalen för 14-18 för att få fram användningen för 16-18.

Luftflödes- och luftläckningsmätningar har utförts i några lägenheter. Termografering har ej utförts före åtgärder, men har utförts i uppföljningsarbetet.

7. RESULTAT FRÅN MOMENTANA MÄTNINGAR

Eftersom BeBo-projektet påbörjades först efter åtgärderna var genomförda, har inga momentana mätningar genomförts före åtgärd. Luftläcknings- och luftflödemätning samt termografering har utförts efter entreprenaden. Resultaten framgår av tabell 6.

Tabell 6 Resultat av momentana mätningar.

	Före åtgärd	Efter åtgärd
Luftläckning (l/s,m^2 A_{om}) vid 50 Pa, Lagrådsgatan 18A lgh 1302	-	0,75
Totalluftflöden genom FTX-aggregat, l/sm^2A_{temp}	-	0,39 - 0, 45
Termografering	-	Utförd, se nedan

Termografering har utförts efter genomförda åtgärder, från utsidan och från insidan i några lägenheter. Otätheter fanns kring utfackningspartier samt fönsterdörrar, se figur 9 och 10. Fler resultat redovisas i bilaga 4. Från de utvändiga termogrammen kan kvarvarande köldbryggor ses vid kantbalkar (socklar) samt vid portik.

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:10:16	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00640.BMT		

Figur 9 Kvarstående otätheter vid utfackningsvägg

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:15:10	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00643.BMT		

Figur 10 Otätheter kring balkongdörr.

8. RESULTAT FRÅN UPPFÖLJNING

Åtgärderna utfördes från april 2012 till mars 2013. Föreperioden avser tiden juli 2011 till juni 2012. Föreperioden var kort på grund av tidigare utfört byte av undercentraler. Under 2013 inleddes uppföljning av energi- och vattenanvändning m.m. Erfarenheter från Kommunfastigheter och hyresgäster hämtades in.

Övergripande resultat från uppföljningen för de två byggnaderna på Lagersbergsgatan 10-12 redovisas i detta kapitel. Där fanns uppmätta värden före åtgärd, vilket saknades för de övriga byggnaderna på grund av att mätvärden för Lagersbergsvägen 14 saknades. Dessa behöver dras av för att kunna få användningen i byggnaderna på Lagersbergsvägen 16-18. Jämförelse har gjorts för de poster där relevant underlag funnits tillgängligt.

Specifik energianvändning

Uppmätt specifik energianvändning för Lagrådsgatan 10-12 efter åtgärder blev 98 kWh/m^2, se tabell 7. Detta är något högre än beräknat. För redovisad period uppnåddes 42 % besparing. Olika orsaker till detta diskuteras i det följande.

Värdena på specifik energianvändning både före och efter åtgärd skulle kunna minskas med energianvändningen i tvättstugor samt utebelysning och motorvärmare, vilka inte ingår i byggnadens fastighetsenergi enligt Boverkets definition. Dessa är dock lika både före och efter åtgärd och påverkar således inte besparingens storlek.

Tabell 7 Sammanställning av beräknad och uppmätt specifik energianvändning i kWh/m^2 (A_{temp}) för Lagrådsgatan 10-12. Efterperioden avser oktober 2013 tom september 2014.

	2011-2012	2013-2014
Uppvärmning	115	50
Tappvarmvattenbehov	33	38
Driftel	22	15
Bidrag från solfångare	-	-5
Uppmätt specifik energianvändning	**169**	**98**
Beräknad specifik energianvändning	175	79
Hushållsel	28	28*

*Ingen ny mätning av hushållsel genomförd.

Värme- och varmvattenanvändning

I figur 11 visas månadsvis värmeanvändning inklusive varmvatten perioden både före och efter åtgärder. Figuren visar att värme åtgår för tappvarmvattenberedning och VVC-förluster under sommarmånaderna. Utifrån mätvärden på fjärrvärme ett par varma sommarnätter har VVC-förlusterna uppmätts till ca 8,5 kWh/m^2 A_{temp} för undercentralen på Lagersbergsvägen 18 (Lundström, Lukas 2014).

FTX-aggregatens temperaturvekningsgrad, t.ex. med avseende på avfrostningsproblematik, har inte kunnat studeras i detta projekt på grund av avsaknad

av mätningar. Något högre luftflöden än beräknat genom FTX-aggregaten uppmättes vid injusteringen (0,39 - 0,45 l/sm^2), vilket givetvis påverkar värmeanvändningen.

Figur 11 Månadsvis normalkorrigerad fjärrvärmeanvändning för Lagrådsgatan 10-12 från 2011 till 2014.

Uppmätt tappvarmvattenanvändning månadsvis redovisas i figur 12. En ökande trend kan skönjas, speciellt för Lagersbergsgatan 10-12, trots installation av individuell mätning och debitering och vattenbesparande armaturer. Energianvändningen för tappvarmvatten ligger relativt högt, motsvarande ca 30 och 38 kWh/m^2 från respektive undercentral, exklusive förluster för VVC m.m.

Figur 12 Uppmätt tappvarmvattenmängd från undercentralerna. Lagrådsgatan 14 (gröna staplar) avser summa av lägenhetsmätarna. Staplarna representerar olika antal lägenheter, varför de inte kan jämföras storleksmässigt.

Solfångare

Uppmätt bidrag till tappvarmvatten från solfångarna fördelat på byggnaderna i Lagersbergs etapp 1 är ca 5,4 kWh/m^2 A_{temp}, (57 092 kWh jämfört med beräknade 71 664 kWh). Månadsvis bidrag visas i figur 13.

Den beräknade besparingen baseras på SPs testresultat och kan ha varit lite för positiv. SPs tester baseras på en temperatur som motsvarar normal värme- och varmvattenanvändning, och här används solvärmen endast till varmvatten. När solfångarna bidrar till både värme- och varmvatten kommer ackumulatortankarna att jobba med lägre temperaturer vilket teoretiskt skulle ge bättre förutsättningar för solvärmeutnyttjande. SPs nuvarande tester baseras också på ett syntetiskt solår i Mellansverige, vilket av vissa anses vara för positivt.

Figur 13 Månadsvis solfångarbidrag till tappvarmvatten 2013-2014.

Elanvändning

I figur 14 visas månadsvis elanvändning för byggnaderna. Elanvändningen för några av byggnaderna visar ett säsongsbetonat mönster, vilket förutom lite belysning troligtvis beror på viss elvärmning i garagen, speciellt för Lagrådsgatan 14, som har fristående garage.

Figur 14 Månadsvis elanvändning för byggnaderna 2011-2014.

Trots att fastighetselanvändningen minskat i alla byggnader är den fortfarande relativt hög i några byggnader, se tabell 8. Lagrådsgatan 10-12 har minskat sin elanvändning med beräknade ca 7 kWh/m^2. Lagrådsgatan 10 har minskat sin elanvändning mest till en mycket låg nivå. Byggnaden innehåller dock varken undercentral eller tvättstugor. Den högre nivån i Lagrådsgatan 12 beror troligen på de tre tvättstugorna samt undercentralens elanvändning. En tvättstuga finns även i Lagrådsgatan 16 och en undercentral i Lagrådsgatan 18.

Värden på FTX-aggregatens elanvändning har endast kontrollerats vid injusteringen. Vissa mindre variationer förekommer, men inget som kan förklara skillnaderna i elanvändning mellan byggnaderna.

Elanvändningen för Lagrådsgatan 14 har också minskat, vilket troligtvis beror på åtgärder i de fristående garagens uppvärmning som kan skönjas i figur 13.

Tabell 8 Byggnadernas fastighetselanvändning före och efter åtgärd (kWh/m^{2}A$_{temp}$).

	L10-12	L16-18	L14	L10	L12	L16	L18
Före	22,0	17,7	17,7	15,9	25,2	19,9	14,5
Efter	15,3	13,6	13,3	6,8	19,9	14,2	12,8
Besparing	6,7	4,1	4,4	9,1	5,3	5,7	1,7

Lönsamhet

Lönsamheten påverkas av att åtgärdskostnaderna blev ca 2,3 Mkr dyrare än beräknat, beroende på att ett stort antal fönster fick bytas ut i stället för att renoveras samt att otäta ventilationskanaler fick tätas. Energibesparingen blev inte heller lika stor som beräknat, vilket dock till stor del beror på att tappvarmvattnet ökade, vilket belastar hyresgästerna till stor del.

Boendeenkät

Varje år genomförs en NKI-undersökning hos Kommunfastigheters hyresgäster. Hälften av alla hyresgäster tillfrågas varje år. Antalet svarande i Lagersberg etapp 1 var år 2012 14 st, 2013 19 st och 2014 12 st. Av 87 lägenheter i etapp 1 blir detta en mycket låg svarsfrekvens, varför nedanstående resultat ska användas med försiktighet.

Frågor om lägenheternas inomhuskomfort avser temperatur sommar/vinter, luftkvalitet, ljudmiljö och allmänna utrymmen/utformning av entréer. Vid borttagning av frågan om temperatur/värme på vinterhalvåret så var resultatet 2012 58 % nöjdhet och 2014 63 % nöjdhet.

Avseende frågan om komfort/temperatur värme på vintern har nöjdheten minskat kraftigt från 2012 64 % nöjdhet till 2014 endast 20 % nöjdhet. En av anledningarna kan vara att temperaturen i lägenheterna var högre innan renoveringen, ca 23-24 °C. Efter renoveringen injusterades alla lägenheter till 20 °C. Kommunfastigheter håller på att se över eventuella dragproblem i lägenheterna som kan orsaka dålig termisk komfort och obehag. Loggning av innetemperaturer under september och oktober i tillgängliga referenslägenheter redovisas i tabell 9 nedan. Mätvärdena för oktober indikerar att injusteringen inte nått ner till 20 grader.

Tabell 9 Inomhustemperaturer i några referenslägenheter.

		L12, lgh 4:3	L12, lgh 3:1	L18, lgh 4:3	L18, lgh 1:1	L18, lgh 3:3
		°C	°C	°C	°C	°C
sep-14	medel	23,1	22,7	23,1	21,6	23,0
	max	25,3	25,1	25,1	23,1	25,2
	min	21,1	21,3	20,9	20,8	21,4
okt-14	medel	21,8	21,9	20,9	21,1	21,9
	max	23,8	23,8	24,0	22,7	24,6
	min	20,9	20,9	19,9	20,4	21,2

Kring frågorna "rent och snyggt" som innehåller frågor om sophantering, möjlighet till källsortering och hur entreprenörerna städar efter sig har resultatet 2012 på 69 % nöjdhet ökat till 90 % nöjdhet 2014, se figur 15 nedan.

Figur 15 Enkätsvar på frågor avseende sophantering m.m.

På frågor kring lägenheten som avser trivsel i lägenheten, utrustning och underhåll var 76,5 % nöjda 2012 medan 82,3 % var nöjda 2014. År 2013 när renoveringen precis var klar var 93 % nöjda vilket kan tyda på att hyresgästerna är nöjda med den standard Kommunfastigheter valt på renoveringen.

Kommunfastigheter har dragit i gång trygghetsvandringar i området samt renoverat upp utemiljön och tagit bort en del buskage på innergårdarna som kan skapa en känsla av

otrygghet, vilket kan vara orsak till att svaren på frågan om trygghet har ökat från 58 % nöjdhet 2012 till 77 % nöjdhet 2014.

Enligt enkätsvaren är 83,4 % av hyresgästerna 2014 nöjda med utemiljön. 2012 var siffran 78,4 %. Områdets attraktivitet och trivsel var 2012 63 % nöjda med och 2014 var 66,4% nöjda.

2014 tyckte 100 % av hyresgästerna att Kommunfastigheter var måna om sina hyresgäster, 2012 var siffran 77 %.

I frågor om miljömedvetenhet, att själva kunna agera miljömedvetet, tyckte 2013 77 % att det hade möjlighet och 2014 tyckte 100 % att de hade möjlighet att agera.

Erfarenheter

Några av erfarenheterna Kommunfastigheter gjort under projektets första etapp kan sammanfattas i nedanstående punkter:

- Otäta befintliga ventilationskanaler.
  Extra tätning av samlingslådor och frånluftskanaler var tvunget att genomföras på grund av svårigheter vid injusteringen av luftflöden.
- Byt alla fönster.
  En stor andel av fönstren visade sig vara i så dåligt skick att de inte kunde renoveras utan fick bytas. I följande etapper har beslut tagits att byta alla fönster.
- Isolera vinden innan det blir för kallt.
  När den gamla värmeisoleringen tas bort är det viktigt att hinna isolera vindsbjälklaget innan det blir för kallt ute. I denna etapp hanns det inte riktigt med, vilket innebar klagomål från hyresgäster.
- Installation av varmvattenmätning ger ingen besparing.
  I detta fall har tappvarmvattenanvändningen ökat succesivt.
- Mer information till hyresgäster.
  Denna uppgift är lätt att underskatta, men erfarenheter visar att det i princip inte kan bli för mycket information. Det kan också vara svårt att nå de som har svårigheter med svenskan.
- Tilluftsdon får ej täppas till av hyresgästerna.
  Det är viktigt att dels minska motivationen för detta genom bra injustering, donval m.m. så att drag och ljudalstring från tilluften minimeras, dels upplysa hyresgästerna om konsekvenserna av igentäppning på uteluftinläckning, luftkvalitet m.m.

9. SLUTSATSER

Justerat för den ökade tappvarmvattenanvändningen och det något sämre utbytet av solfångarna har beräknad energianvändning i princip uppnåtts. Sett per m^2 A_{temp} uppmättes en specifik energianvändning av 98 kWh/m^2 under mätperioden, vilket ska jämföras med beräknade 79 kWh/m^2 och Kommunfastigheters interna mål på 90 kWh/m^2. Förklaringarna utvecklas nedan. Utan korrektioner har en energibesparing på ca 42 % uppnåtts genom åtgärderna i Lagrådsgatan 10-12.

Varmvattenanvändningen har ökat trots att individuell mätning och debitering (IMD) och installation av vattenbesparande armaturer genomförts för lägenheterna, vilket resulterade i att beräknade 12 kWh/m^2 besparing i stället blev en ökning med 5 kWh/m^2. Korrigerat för detta skulle den förväntade specifika energianvändningen i stället bli 96 kWh/m^2. Den ökade varmvattenanvändningen kan således förklara nästan hela skillnaden mellan beräknad och uppmätt energianvändning.

Solfångarnas något sämre bidrag till tappvarmvattnet än beräknat är ca 1 kWh/m^2A_{temp}.

BILAGOR

Bilaga 1 – Indata
Bilaga 2 – Ritningar
Bilaga 3 – Bilder
Bilaga 4 – Termograferingsbilder, sammandrag.

BILAGA 1 – Beräkningsindata

		Lagrådsgatan	
		Före åtgärd	Efter åtgärd
A_{temp}[1]	m^2	1492	1492
Omslutande area[1]	m^2	2248	2261
Glasarea[4]	m^2	242,6	230,6
U-värden [2]	W/m^2K		
Yttervägg		0,450	0,282
Källarvägg		0,709	0,363
Tak		0,262	0,091
Fönster		2,8	0,9
Grund		0,270	0,270
Dörrar		1,0	1,0
U_m inklusive köldbryggor[2]	W/K	0,646	0,361
Ventilation, grundflöde[3]	$l/s,m^2$	0,37	0,33
Specifik luftläckning, 50 Pa[4]	$l/ s,m^2$	0,8	0,8
Tappvarmvatten[5]	kWh/år	39	27
Hushållsel[3]	kWh/år	21,0	21,0
Fastighetsel[3]	kWh/år	12,8	6,6

1) Uppmätta värden på ritning
2) Beräknade värden
3) Uppgifter från Kommunfastigheter
4) Antagna värden
5) Fördelat på de tre husen utifrån totalvärde och antaget antal personer i varje hus.

BILAGA 2 – Ritningar

Plan 2, Lagrådsgatan 12

Plan 2 Lagrådsgatan 10

Fasader, Lagrådsgatan 10

Fasader, Lagrådsgatan 12

FASAD MOT NORDOST-GÅRDEN

FASAD MOT NORDOST-GÅRDEN

FASAD MOT SYDVÄST

FASAD MOT SYDVÄST

Sektioner, Lagrådsgatan 10

SEKTION VID BALKONG

SEKTION VID TRAPPHUS

Sektioner, Lagrådsgatan 12

SEKTION A-A

SEKTION B-B

BILAGA 3 – Bilder

Gavel före och efter tilläggsisolering.

Tilläggsisoleringsarbete på sockelvägg.

Svårt att avisolera köldbryggor vid portik (se även termogram i bilaga).

Grundputs på stålnät.

Färdigputsat.

Detaljer vid entré.

Ny fönsterbröstning och -dörr

FTX-aggregat i bottenvåning.

Bilaga 4- Termograferingsresultat

Nedan visas ett utdrag från termograferingsrapport efter åtgärder.

Företag	kfast	**Beställare**	K-fast Lagrådsgatan 10 Eskilstuna
Kontrollant	Anders Axelsson		

Instrument	880
Order	Koll av Lagrådsgatan 10

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:22:22	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00623.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:19:36	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00619.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:21:20	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00622.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:19:14	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00618.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:20:50	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00621.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:22:46	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00624.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:23:32	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00625.BMT		

Företag	kfast	**Beställare**	K-fast Lagrådsgatan 12 Eskilstuna
Kontrollant	Anders Axelsson		
Instrument	880		
Order	Koll av Lagrådsgatan 12		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:27:42	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00632.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:28:00	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00633.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:29:38	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00635.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:26:58	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00630.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:25:04	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00628.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-13	**Emissionsgrad:**	0,93
	Klockslag:	13:24:32	**Refl. temp. [°C]:**	-10,0
	Datafil:	IV_00627.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:28:30	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00661.BMT		

Företag	kfast	**Beställare**	K-fast Lagrådsgatan 16 Eskilstuna
Kontrollant	Anders Axelsson		

Instrument 880

Order Kontroll av klimatskal

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:28:30	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00661.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:30:26	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00665.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:36:46	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00668.BMT		

Företag	kfast	**Beställare**	K-fast Lagrådsgatan 18 Eskilstuna
Kontrollant	Anders Axelsson		

Instrument	880
Order	Kontroll av klimatskal

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:25:10	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00653.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:26:06	**Refl. temp. [°C]:**	-7,0
	Datafil:	IV_00656.BMT		

Företag	kfast	**Beställare**	K-fast Lagrådsgatan 18 a Eskilstuna
Kontrollant	Anders Axelsson		
Instrument	880		
Order	Kontroll av balkongpartier		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:07:34	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00638.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:06:56	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00637.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:09:50	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00639.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:15:10	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00643.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:15:22	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00644.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:18:14	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00645.BMT		

Bilddata:	**Datum:**	2014-01-14	**Emissionsgrad:**	0,94
	Klockslag:	07:18:28	**Refl. temp. [°C]:**	21,0
	Datafil:	IV_00646.BMT		