

# Rekorderlig Renovering

Demonstrationsprojekt för energieffektivisering i  
befintliga flerbostadshus

Slutrapport för Klackvägen – Stockholmshem AB



Utarbetad av  
Johanna Snygg, Projektengagemang  
Per Levin, Projektengagemang  
Christian Falkelius, Stockholmshem AB

April 2014

## **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 försämrats utan ska snarare ska förbättras.

## SAMMANFATTNING

Stockholmshem har genomfört en upprustning av sina flerbostadshus på Klackvägen i Solberga, söder om Stockholm. Projektet Rekorderlig Renovering har följt arbetet med tre av husen, Klackvägen 7-15, 19-21 samt 25-29. Husen är trevånings lamellhus med källare byggda omkring 1950.

De åtgärder som har genomförts är utbyte och ökning av vindsisoleringen, enkelglaset i fönstrens innerbåge byttes ut mot en isolerruta samt att värmeåtervinning på frånluften installerats i form av en frånluftsvärmepump. Energiberäkningar visar att besparingspotentialen för åtgärderna är strax över 50 %.

Kostnaderna för åtgärderna är relativt höga och åtgärdspaketet blir inte lönsamt varken med BeBo:s beräkningsförutsättningar eller med Stockholmshems, även om de senare ger ett något bättre nuvärde. Med ett antaget fjärrvärmepris som är 12 öre högre per kWh och Stockholmshems kalkylförutsättningar i övrigt, blir åtgärdspaketet med knapp marginal lönsamt. Det är med andra ord inga stora prisskillnader som krävs för att få helt olika bedömning av projektets lönsamhet.

Hyresgästerna är enligt Stockholmshem nöjda med åtgärderna, framför allt den ökade ljudisoleringen som åtgärden på fönstren inneburit. Stockholmshem rapporterar att de haft vissa problem med att genomföra vindsisoleringen vintertid samt att man troligen skulle fått mer valuta för pengarna om man valt att byta fönster istället för kompletteringen med isolerruta, bl.a. eftersom otätheter fortfarande finns kvar mellan fönsterkarm och yttervägg.

En energibesparing på ca 30-35 % har uppnåtts genom åtgärderna. Dock har besparingen inte blivit lika stor som beräknat. Framst är fjärrvärmeanvändningen större än beräknat. Uppmätt fastighetsel är ungefär som förväntat.

Ett haveri på en kompressor under 2012 samt driftproblem hösten 2013 förklarar en del av det sämre utnyttjandet av värmepumpen. En annan förklaring är de höga temperaturnivåerna på VVC- och radiatorkretsarna, vilket gör att värmepumpens maxtemperatur inte räcker till, speciellt som brinetemperaturen troligtvis kyls av vintertid på grund av inläckande kall luft till återvinningsbatterierna. Värmepumpens värmefaktor är i stort sett som förväntat med hänsyn till de höga temperaturnivåerna.

En tätning av de murade vertikala ventilationskanaldelarna bör utföras. Dessutom ska en injustering av värmesystemet utföras.

Åtgärdernas lönsamhet påverkas givetvis också av att förväntad besparing inte uppnåtts. Med utgångspunkt i Stockholmshems beräkningsförutsättningar krävs det en årlig fjärrvärmeprisutveckling på 6,8 % eller att kalkylräntan sänks från 6 % till 1,8 % för att åtgärderna ska bli lönsamma.

## INNEHÅLL

Sammanfattning	2
Förord	4
1. Inledning	5
Bakgrund	5
Syfte och Mål	5
Metod	5
2. Objektsbeskrivning	7
Beskrivning av byggnaderna	7
Byggnadsteknik	8
Installationsteknik	8
Belysning	9
Förbrukningsstatistik	9
Övriga mätningar före åtgärd	9
Fuktanalys	9
3. Åtgärder som behövs för att halvera energianvändningen	11
4. Genomförda åtgärder	14
5. ÅtgärdsKostnader	16
6. Lönsamhetskalkyler	17
Lönsamhetskalkyler enligt BeBo:s förutsättningar	17
Stockholmshems kalkylförutsättningar	17
7. Förberedelser för genomförande	20
8. Resultat från Momentana mätningar	21
9. Resultat från Uppföljning	23
Energianvändning	23
Lönsamhet	27
Uppdaterad energiberäkning	28
Erfarenheter	29
10. Slutsatser	30
Bilagor	30

## 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 inomhusmiljö, 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, april 2014

Per Levin

## 1. INLEDNING

### Bakgrund

Under 60- och 70-talen byggdes över en miljon bostäder inom det s.k. miljonprogrammet. Dessa byggnader är intressanta ur energieffektiviseringssynpunkt, eftersom de är mycket lika vad gäller energistatus, byggnads- och installationsteknik och att de nu ligger i tur för upprustning. Så mycket som 700 000 till 800 000 lägenheter står inför genomgripande 40 års-upprustning och renovering. Om de nationella energi- och miljömålen ska kunna nås, gäller att utnyttja tillfället att genomföra energisparåtgärder vid ombyggnaderna. Annars får man vänta i ytterligare 40 år till nästa tillfälle.

Om man kan få fler att satsa på energieffektiv ombyggnad kan den totala energianvändningen för bostadssektorn minska rejält. Energimyndigheten stöttar därför med resurser för att demonstrera vilka energiåtgärder man ska satsa på och vilka konsekvenser de får på inomhusmiljö, beständighet och varsamhet.

### 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 Stockholmshems kalkylförutsättningar. Endast merkostnader för energibesparande åtgärder ska tas med i kalkylen.
- Inneklimatet har följts upp genomkontakter med de boende.

Uppföljning av resultat och ekonomi har följts upp genom:

- Utökade mätningar.
- Genomgång av åtgärdskostnader.

Projektet har indelats i tre etapper:

Etapp 1: Val av objekt, åtgärdsförslag, projektering och upphandling

Etapp 2: Genomförande med kontrollplan. Idrifttagning.

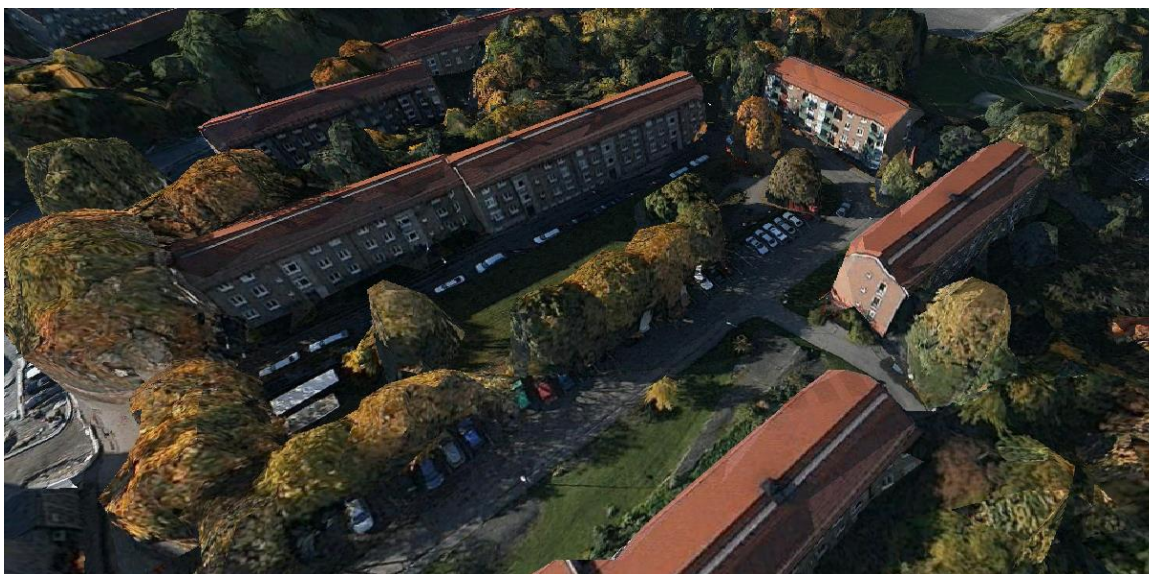
Etapp 3: Uppföljning av energi och inneklimat.

Denna redovisning omfattar slutrapport för Stockholmshems ombyggnadsprojekt i Solberga-området. Rapporten fokuserar på effekterna och konsekvenser av insatser för en halvering av inköpt energi.

## 2. OBJEKTSBESKRIVNING

Demonstrationsobjektet består av tre hus på Klackvägen i stadsdelen Solberga, i Hägersten strax sydväst om Stockholms innerstad. Huvuddelen av Solberga uppfördes 1948-1952 efter 40-talets ideal med ljusa lägenheter i övervägande trevånings lamellhus och bevarade grönområden. Stadsdelen omfattar även några villaområden, ett antal trevånings punkthus från 70-talet samt inte mindre än två centrum.

De tre husen Klackvägen 7-15, 19-21 samt 25-29 är liksom de flesta av grannhusen lamellhus i tre våningar, byggda omkring 1950. Nr 7-15 är ett längre hus, delvis förskjutet på mitten, och innehåller 45 lägenheter fördelade på fem trapphus. De två mindre husen har två respektive tre trapphus och 12 respektive 21 lägenheter. Husen värms med fjärrvärme via en undercentral på Klackvägen 15. I husen finns inga tvättstugor, de boende har istället tillgång till en större extern tvättstuga i området.



Figur 1 Flygbild över Klackvägen 7-29 före åtgärd, från hitta.se.

### Beskrivning av byggnaderna

Husen har tre våningar plus källare och delvis indragna balkonger.

	Klackv. 7-15	Klackv. 19-21	Klackv. 25-29	Husgruppen (3)
Antal lägenheter	45	12	21	78
Area BOA*, m <sup>2</sup>	2 020	778	954	4 020
Area A <sub>temp</sub> **, m <sup>2</sup>	3 164	1 218	1 530	5 912

\* Från Stockholmshems dokument Energiåtgärder 50-tal<sup>1</sup> och muntligt från Stockholmshem.

\*\* Uppmätt från ritning inom projektet.

<sup>1</sup> Energiåtgärder 50-tal, projektnr: 9377, 2009-02-06 / Rev B, 2009-02-20



### Byggnadsteknik

Beskrivning av vilken byggnadsteknik och vilka material som ursprungligen använts.

Stomme	Bärande konstruktion av murverk av betongsten och lättbetong med gjutna betongbjälklag.
Ytterväggar	20 mm puts, 250 mm lättbetong, 15 mm puts
Källarvägg	10 mm puts, 200 mm betong, 30 mm träullsplatta*, 10 mm puts.
Tak	Kallvind med sadeltak. Vindsbjälklag av 150 mm betong samt 200 mm granulerad masugnsslagg och 150 mm tilläggsisolering i form av lösull.
Fönster	Kopplade tvåglasfönster i trä, beklädda med plåt utvändigt. Tätningslister av silikongummi, eventuellt finns textillister kvar på några ställen.
Grund	Källare, grundlagd med murar till berg. Källargolvet är 100 mm betong på ett dränerande lager. På Klackvägen 7-15 finns stora sättningar i delar av huset.
Balkong	Balkonger av utkragande betongplattor. ½ m närmast balkongen finns extra träullsplattor ingjutna i taket invändigt. Balkongvägg ca 130 mm tjock, med 70 mm isolering, utvändig panel och skivmaterial.

\*Varierande uppgifter i underlaget. 50-70 mm finns angivet på annat ställe i inventeringsrapporten. 30 mm har använts för U-värdesberäkningarna.

Uppgifterna baseras på en inventeringsrapport beställd av Stockholmshem<sup>2</sup>. Inga konstruktionsritningar från byggnaderna har hittats.

### Installationsteknik

Beskrivning av tekniska installationer.

Ventilation	Frånluftssystem. Tilluft via spaltventiler i karm/båge, men antalet bedömdes vid inventering vara för litet. Äldre spaltventiler under fönsterbänkar finns också, de ska vara igensatta. Luft tas även in via skafferiventiler i kök.
Uppvärmning	Fjärrvärme till undercentral i källaren på Klackvägen 15. Huvudledningar av stål är original liksom isolering. De är förlagda i mittgång i källarvåning. Radiatorerna är i de allra flesta fall original. Termostaterna och radiatorventilerna är utbytta år 2004. Injustering av värmesystemet och byte av termostater är gjort inom de senaste tre åren. Kulvert mellan byggnaderna är utbytt under 2010.
Tappvarmvatten	Huvudledningar för kall-, varm- och cirkulationsvarmvatten är förlagda i tak i mittgång i källarvåning. Ny rörinstallation i koppar och ny isolering på KV- och VVC-rör. Ventiler för stammar upp till lägenheter är nya, ändrar på VVC-stråk är försedda med injusteringsventil typ STAD. Vattenserviser till alla tre husen är separata, rörinstallationen är original, merparten av isolering och ventiler är också original.

<sup>2</sup> Inventering utökad 50-talsupprustning, Stockholmshem AB 100219.

### Belysning

Nya armaturer för lysrör och kompaktlysror är installerade i trapphus och källare och även för ytterbelysning. Belysningen styrs i trapphus av trappautomat och i källare, liksom i cykelrum, förråd etc. av rörelsedetektorer. Ytterbelysning styrs av ljusrelä.

### Förbrukningsstatistik

Uppmätta värden för år 2010. För värme finns månadsvärden men ingen uppdelning mellan de tre husen i energistatistiken.

	Klackv. 7-15	Klackv. 19-21	Klackv. 25-29	Husgruppen (3)
Värme och vv (MWh, normalårskorr.)	478,5*	184,3*	231,4*	894,2
Fastighetsel (MWh)	16,7	4,2	10,7	31,7
Energiprestanda (kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> )	159,0*	164,4*	145,5*	156,6
Hushållsel (MWh)	85,9	32,2	43,7	161,8
Tappkallvatten (m <sup>3</sup> )	5 018	899	1 102	7 019

\*Fjärrvärmeanvändning för de olika husen är fördelat utifrån A<sub>temp</sub>.

Avläsningspunkt för fjärrvärme finns i undercentralen på Klackvägen 15. Där bereds även tappvarmvatten, varför kallvattenanvändningen i den byggnaden blir högre än övriga. Elcentraler är placerade i elrum respektive elskåp, mäts för varje hus. Elmätare för lägenheter är i placerade i elmätarrum i varje hus.

### Övriga mätningar före åtgärd

	Klackvägen 7-15	Klackvägen 19-21	Klackvägen 25-29
Luftläckning (l/s,m <sup>2</sup> ) vid 50Pa	Ej utfört	Ej utfört	Ej utfört
Luftflöden* (l/s,m <sup>2</sup> )	0,35	0,35	0,35
Tryckprovning	Ej utfört	Ej utfört	Ej utfört
Termografering	Ej utfört	Ej utfört	Ej utfört
Radonmätning (Bq/m <sup>3</sup> )	Ej utfört	270 uppmätt, dock med 110 i osäkerhet**	40 uppmätt, med 20 i osäkerhet

\*Angivet värde efter injustering, ej verifierat i OVK-protokoll.

\*\* Hyresgästen vägrade öppna fönsterventil vid mätningen, därav höga värden.

### Fuktanalys

En fuktanalys för hela området<sup>3</sup> redovisar att det generellt inte är så mycket fuktskador på byggnaderna. Dock förekommer vissa fuktskador på yttertakets råspont och vid gamla förstärkningar för takstegar. Tecken på läckage har också setts vid

<sup>3</sup> Inventering utökad 50-talsupprustning, Stockholmshem AB 100219

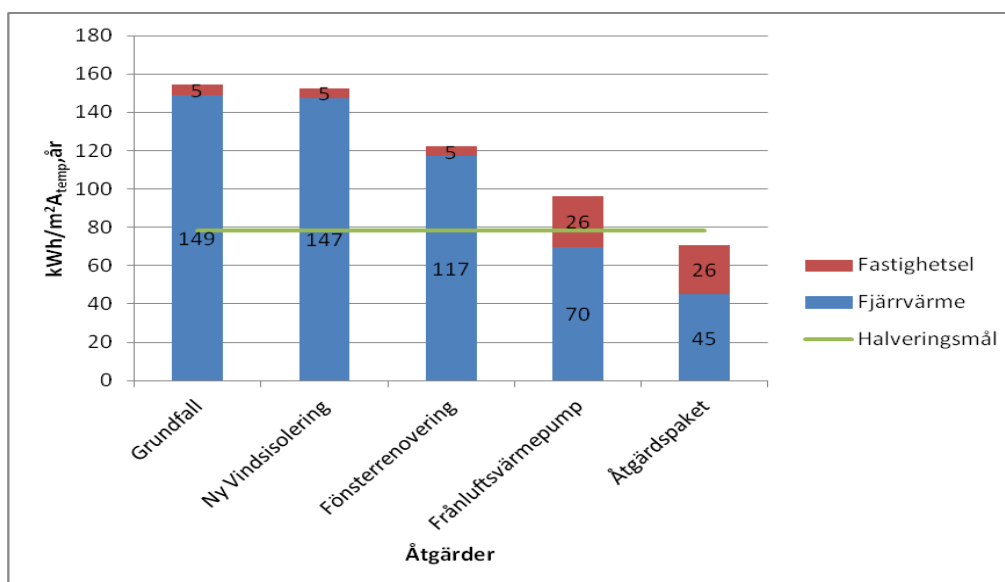
genomföringar och vid takluckor. Flera skarvar i avloppsluftningsrören har provisoriskt tätats med tejp. I flera städtrum i området är det kraftig mögelpåväxt på innerväggarna.

### 3. ÅTGÄRDER SOM BEHÖVS FÖR ATT HALVERA ENERGIANVÄNDNINGEN

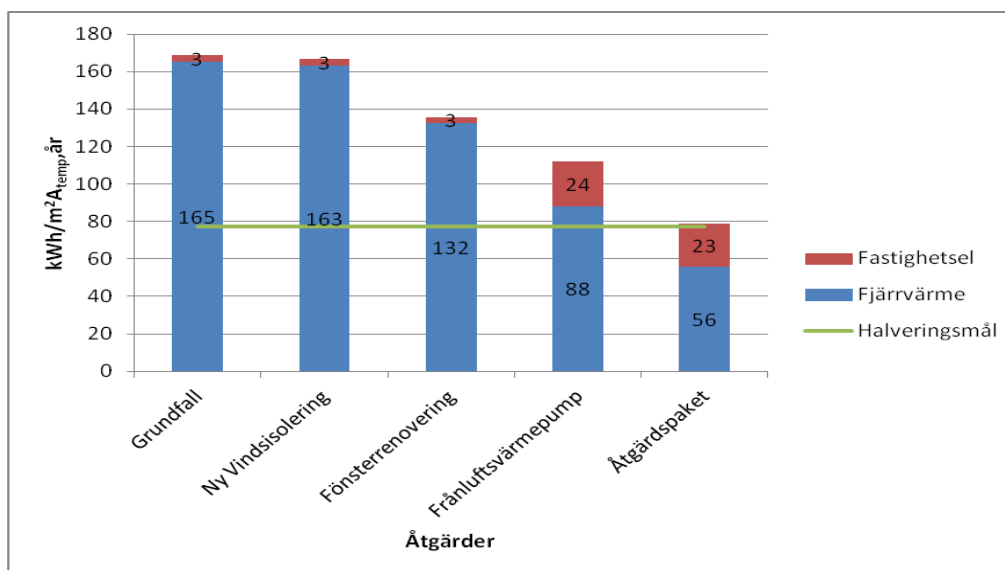
Grundförutsättningen inför identifiering av åtgärder inom RR-projektet är en 50-procentig energibesparing. Stockholmshem har också samma ambition, men har för sitt stora byggnadsbestånd från 40- och 50-talen tagit fram ett koncept som innebär ca 40 % energieffektivisering utan att tilläggsisolera fasaderna. I detta fall medförde konceptet en större beräknad besparing.

En halvering av uppmätt energiprestanda ger ett energiprestandamål för husen på Klackvägen på 78,3, 77,4 och 79,1 kWh/m<sup>2</sup> för respektive Klackvägen 7-15, 19-21 och 25-29.

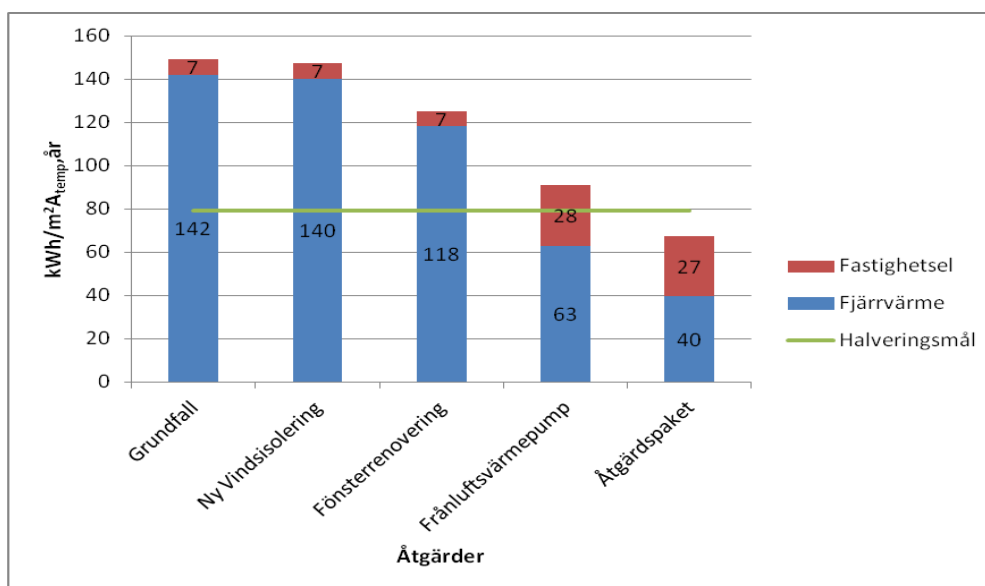
Energiberäkningar har genomförts separat för de tre byggnaderna och enskilda åtgärder samt åtgärdspaket, vilka gav en förväntad energiprestanda efter åtgärder av 71, 79 och 67 kWh/m<sup>2</sup> för Klackvägen 7-15, 19-21 respektive 25-29, se figur 2-4.



**Figur 2** Beräkning av energiprestanda för huset på Klackvägen 7-15 i syfte att nå halveringsmålet.



**Figur 3** Beräkning av energiprestanda för huset på Klackvägen 19-21 i syfte att nå halveringsmålet.



**Figur 4** Beräkning av energiprestanda för huset på Klackvägen 25-29 i syfte att nå halveringsmålet.

Energiberäkningarna utfördes enligt RR-metodiken med att grundfallet före åtgärder kalibrerades till inom 10 % av uppmätta värden på värme och fastighetsel. Indata redovisas i bilaga 1.

Fjärrvärmemätning fanns bara för de tre husen sammanlagt. Värdet för uppmätt fjärrvärme har fördelats ut på de olika husen i förhållande till  $A_{temp}$ .

Uppmätt fastighetsel visade på stora skillnader mellan de tre byggnaderna och vållade viss förvirring vid beräkningen. Eftersom undercentralen för fjärrvärme finns i det större huset, Klackvägen 7-15, står detta hus för huvuddelen av el till cirkulationspumpar för radiatorvärme och tappvarmvatten. Oavsett hur man fördelade den uppmätta fastighetselen (per  $m^2$ , per person, per lägenhet, per trapphus) hade Klackvägen 25-29 högst värde för fastighetsel, trots att undercentralen ligger i huset Klackvägen 7-15. Klackvägen 19-21 hade i alla jämförelser lägst elanvändning. Vid närmare efterforskningar hos fastighetsägaren framkom att det under 2009 och 2010 pågick byggarbeten med kulvertbyte i området och att byggbodarna fått sin el genom Klackvägen 25-29, vilket nästan fördubblat husets användning av fastighetsel.

Förklaringen på de svårtolkade värdena för fastighetsel framkom dock först efter att energiberäkningar utförts. I beräkningarna valdes att lägga in fastighetselen som en separat post och inte fördelat på el till fläktar och pumpar.

Uppmätt tappvarmvattenanvändning redovisades i  $m^3$  för de tre husen sammanlagt och har använts i beräkningen tillsammans med Svebys riktlinjer för beräkning av tappvarmvattenuppvärmning. Allt kallvatten som blir varmvatten bokförs på Klackvägen 7-15 där undercentralen finns, i övrigt redovisas kallvattenanvändningen per hus. Tappvarmvattnet har för beräkningen fördelats ut per hus, baserat på antal personer som enligt Sveby Energianvisningar kan antas bo i varje lägenhet.

Beräkningsförutsättningar har varit plan- och fasadritningar, nulägesbeskrivningar för bland annat konstruktioner, uppmätta värden för fjärrvärme, varmvatten och fastighetsel samt muntlig information från Stockholmshem om de planerade åtgärderna. Det beräknade grundfallet skilde sig med 6 % från de uppmätta värdena.

Fönsterrenoveringen ger enligt beräkningarna en energibesparing på 16-21 % och värmepumpen ger en besparing på 33-39 % med en värmefaktor på 3,75. Vindsisoleringen var redan före åtgärd relativt bra och ger därför bara en energibesparing på 1 %. Energibesparingen blev oväntat stor för fönsterrenoveringen och värmepumpen.

#### 4. GENOMFÖRDA ÅTGÄRDER

Följande åtgärder ingick i Stockholmshems plan för Klackvägen och har genomförts under 2011-2012.

##### Värmeisolering

- ✓ Den gamla tilläggsisoleringen och masugnsslaget sögs bort och ersattes av 400 mm glasull. Dessutom fick gamla byggrester som tegel, virke, färgburkar m.m. tas bort. Luftspaltsskivor monterades längs sidorna för att garantera cirkulation av uteluft vid takfot.



**Figur 5** Ny vindsisolering och luftspaltsskivor vid takfot.

##### Lufttätning

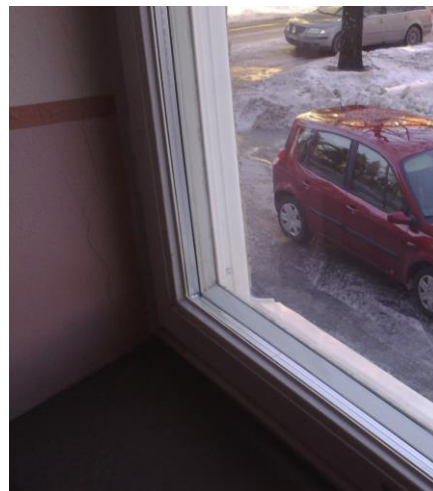
- ✓ Plastfilm lades ut och tätning utfördes av genomföringar i vindsbjälklaget.
- ✓ Nya tätningslistor och drevning vid fönster.

##### Fönster & dörrar

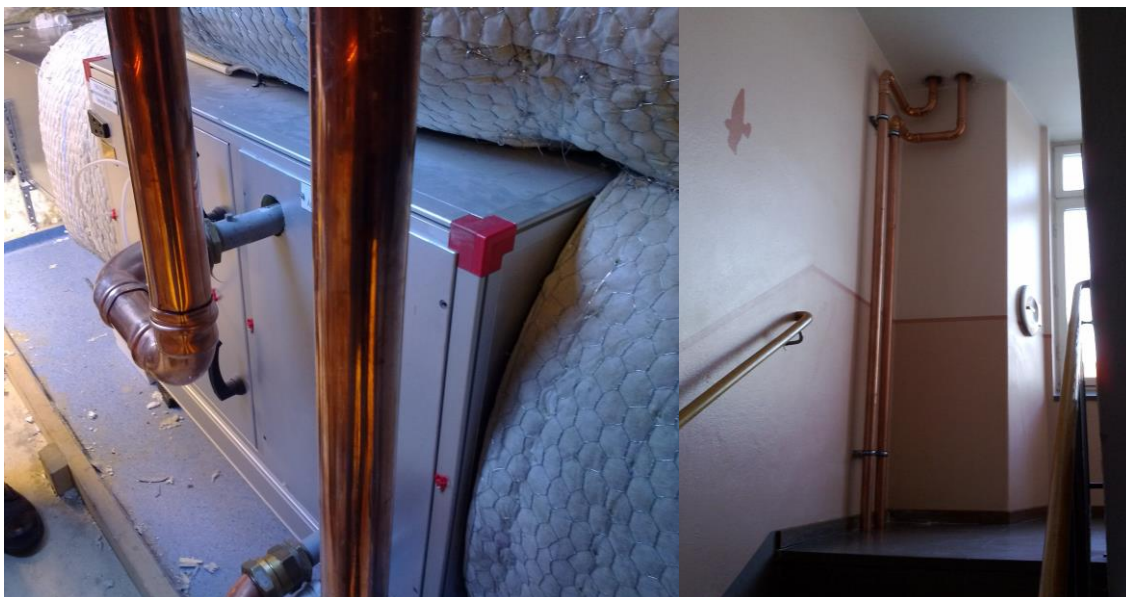
- ✓ Enkelglaset i innerbågen byttes ut mot en 22 mm tjock isolerruta med argonfyllning, nytt U-värde 1,3 W/m<sup>2</sup>K.

##### Ventilation

- ✓ Nya frånluftskanaler med brand- och värmeisolering installerades på vind.
- ✓ Nya fläktar med EC-motorer installerades
- ✓ Ny styrning: Tryck- och tempstyrning.
- ✓ Nya kontrollventiler i badrum ersatte befintliga tallriksventiler.
- ✓ Spiskåpor med tillhörande överskåp monterades och ersatte befintliga ventiler i kök.
- ✓ Återvinningsbatterier installerades på vind för värmeåtervinning genom frånluftsvärmepump för värme- och varmvattenproduktion. Beräknad värmefaktor (COP) var 3,75.



**Figur 6** Fönster med ny isolerruta i innerbågen.



**Figur 7** Återvinningsbatteri på vinden, för värmeåtervinning av frånluft.

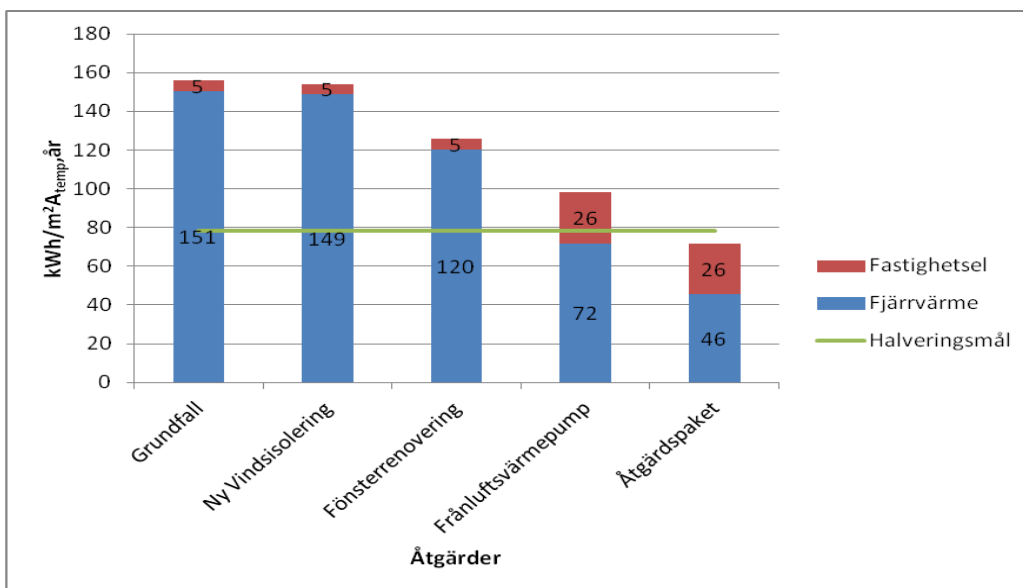
**Figur 8** Brinerör dragna i trapphuset.

#### Övriga åtgärder

- ✓ Energieffektiv belysning installerades på vindar.
- ✓ Den nya belysningen styrs av närvarodetektorer.

Energiberäkningar för de genomförda åtgärderna ger en besparing på runt 55 %, se figur 9, mycket på grund av frånluftsvärmepumpen. Värmefaktorn på värmepumpen är dock svårbedömd eftersom värmepumpmodellen egentligen är tänkt för värmeutvinning ur mark eller sjöar. Det använda COP = 3,75 är baserat på Stockholmshems uppföljningar av liknande installationer i andra byggnader i deras bestånd.

De åtgärder som rör lufttätning har inte medtagits i beräkningen eftersom ingen täthetsprovning gjorts innan åtgärder. Det förekom heller ingen separat mätning av fläktel före åtgärder.



**Figur 9** Beräknad energiprestanda för grundfall och genomförda åtgärder för alla tre husen på Klackvägen.



## 5. ÅTGÄRDSKOSTNADER

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

Entreprenadkostnader för energiåtgärderna på Klackvägen inklusive moms.

	Kostnad per lgh	Klackv. 7-15	Klackv. 19-21	Klackv. 25-29	Husgruppen
Ny vindsisolering	7 000*	273 000	105 000	132 000	510 000
Fönsterrenovering	68 000**	2 835 000	1 091 000	1 371 000	5 297 000
Frånluftsvarmepump	46 000	1 935 000	745 000	936 000	3 615 000
Summa	121 000	5 043 000	1 914 000	2 438 000	9 422 000

Kostnader är inklusive moms och har avrundats i redovisningen.

\* I kostnaden för vindsisolering ingår även borttagning av gammal isolering.

\*\* I kostnaden för fönsterrenovering ingår även byte av bröstningspartier.

Kostnader för vindsisolering och fönsterrenovering har fördelats ut på de olika byggnaderna med hjälp av  $A_{temp}$ . Kostnader för frånluftsvarmepump har fördelats per lägenhet.

Kostnad för tidigare utfört kulvertbyte har inte belastat energiåtgärderna trots att brineledningar för frånluftsåtervinning grävdes ner samtidigt som detta.

## 6. 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 %

#### Stockholmshems kalkylförutsättningar

Stockholmshems beslut om genomförda åtgärder baseras på nedanstående kalkylförutsättningar:

Kalkylränta	6 % (utöver inflation)
Åtgärders livslängd:	
Installationsåtgärder	15 år
Byggnadstekniska åtgärder	40 år
Energipris:	
Elpris	1,4 kr/kWh
Årlig elprisökning utöver KPI	$q_{el} = 3 \%$
Fjärrvärmepris	0,7 kr/kWh
Årlig värmeprisökning utöver KPI	$q_{värme} = 4 \%$

Hyresrabatt      Sammanlagt 20 000 kr för lägenheterna högst upp, under installationen.

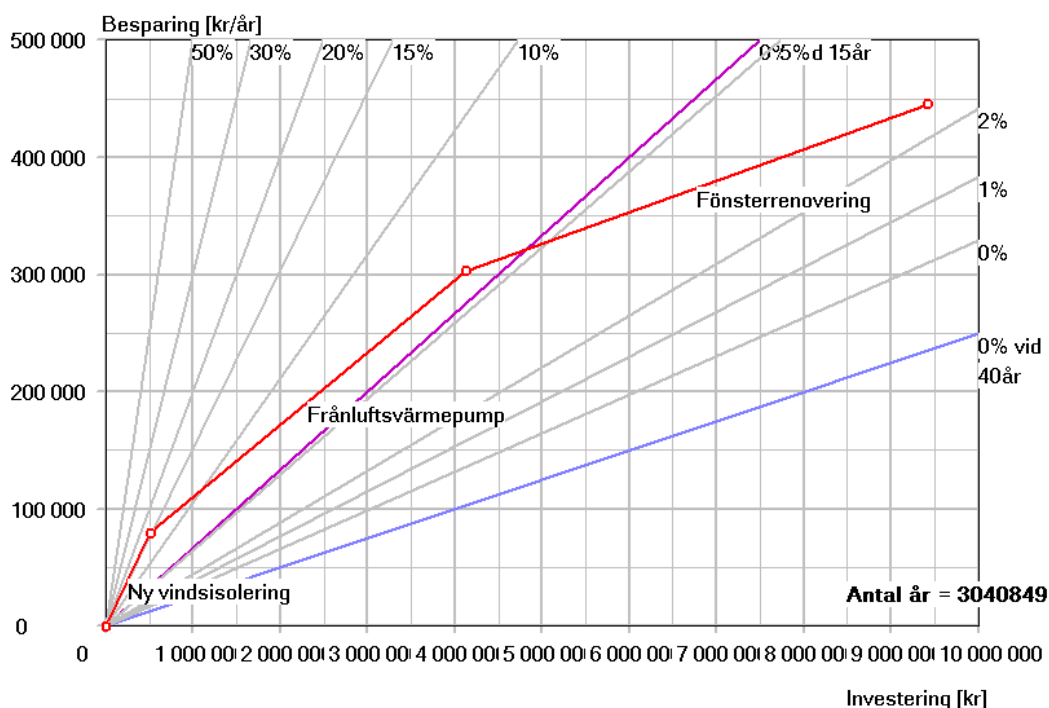
Driftkostnad      Ökade kostnader för filterbyten 12 000 kr/år.  
Inga intäkter ingår i lönsamhetskalkylen.

Med BeBo:s kalkylförutsättningar blir åtgärderna inte lönsamma varken som ett åtgärds paket eller var för sig, se tabell 1. Frånluftsvärmepumpen ger den största energibesparingen, men genom att den ökar behovet av el, en dyrare energi än fjärrvärme, blir den tålda investeringen ändå inte så hög att åtgärden blir lönsam. Internräntediagram för åtgärderna redovisas i figur 10 (Belok totalverktyg). Tåld investering, nuvärdet och internräntediagram uppdelat för de tre husen finns i bilaga 4.

**Tabell 1** Beräknad tåld investering och nuvärde för Klackvägen 7-29 utifrån åtgärdernas kostnadsbesparing (LCC) och BeBo:s förutsättningar.

Totalt Klackvägen 7-29						
Åtgärd	Fjärrvärme kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighets-el kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vindsisolering	148,7	5,4	1,8	172 101	510 000	-337 899
Fönsterrenovering	120,4	5,4	30,1	2 817 953	5 297 438	-2 479 484
Frånluftsvärmepump	71,7	26,4	57,8	2 363 047	3 615 027	-1 251 980
Åtgärds-paket	45,8	25,7	84,4	5 269 199	9 422 465	-4 153 265

Kostnader är inklusive moms.



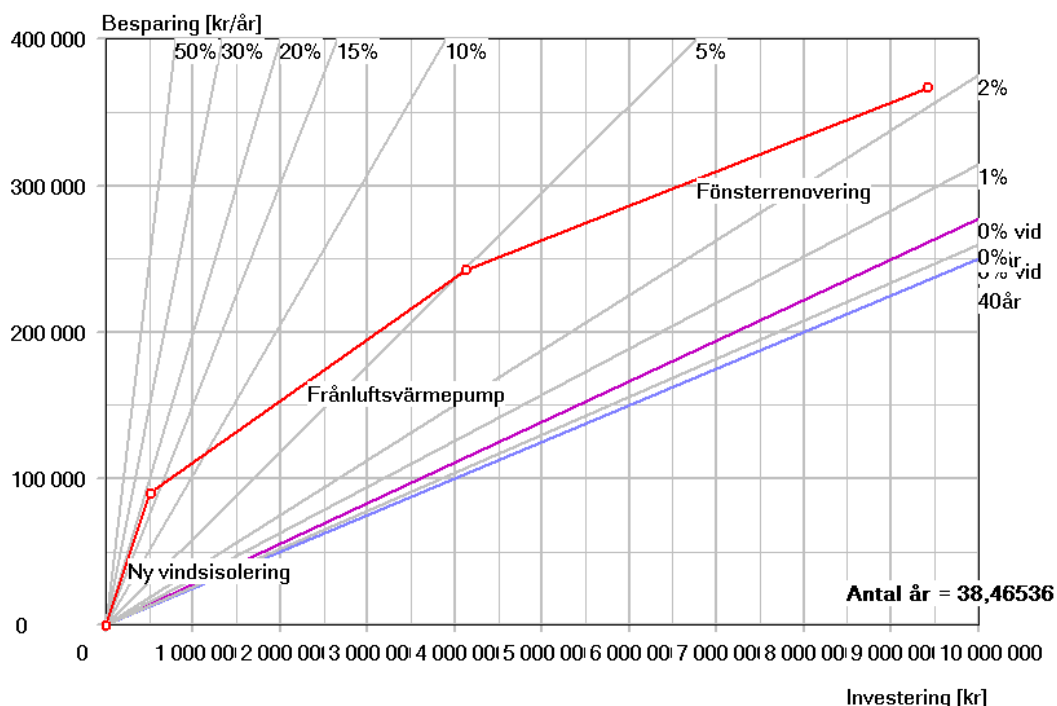
**Figur 10** Internräntediagram för genomförda åtgärder för alla tre husen på Klackvägen 7-29, räknat med BeBo:s förutsättningar.

Stockholmshems förutsättningar skiljer sig något från BeBo:s. De räknar med lite högre energipriser och energiprisökningar, framförallt för fjärrvärmens. De räknar även med att de passiva delarna av åtgärden "frånluftsvärmepump" utgör ca 85 % av investeringen

och bör ha en livslängd på 40 år, medan kompressorn har 15 års livslängd. Med Stockholmshems kalkylförutsättningar blir frånluftsvärmepumpen en lönsam åtgärd och även om åtgärdspaketet totalt inte blir lönsamt så blir det negativa nuvärdet bara hälften så stort som för BeBo:s förutsättningar, se tabell 2. Se även internräntediagrammet i figur 11.

**Tabell 2** Beräknad tåld investering och nuvärde för Klackvägen 7-29 utifrån åtgärdernas kostnadsbesparing (LCC) och Stockholmshems förutsättningar.

Klackvägen 7-29						
Åtgärd	Fjärrvärme, kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel, kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing, kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vindsisolering	148,7	5,4	1,8	208 127	510 000	-301 873
Fönsterrenovering	120,4	5,4	30,1	3 407 843	5 297 438	-1 889 595
Frånluftsvärmepump	71,7	26,4	57,8	4 361 910	3 615 027	746 883
Åtgärds-paket	45,8	25,7	84,4	7 483 834	9 422 465	-1 938 631



**Figur11** Internräntediagram för genomförda åtgärder för alla tre husen på Klackvägen 7-29, Stockholmshems förutsättningar.

Stockholmshem bedömer också att det är rimligt att fjärrvärmepriset kan variera  $\pm 15\%$ , därför har en känslighetsanalys beräknats med de förutsättningarna, se bilaga 4. Resultatet visar att ett 15 % lägre fjärrvärmepris gör åtgärdspaketet betydligt mindre lönsamt, dock inte i lika negativa siffror som med BeBo:s kalkylförutsättningar. Med ett 15 % högre fjärrvärmepris, 0,81 kr/kWh, däremot, är åtgärdspaketet bara drygt 200 000

kr ifrån att bli lönsamt. Med ett antaget fjärrvärmepris på 0,82 kr/kWh och Stockholmshems kalkylförutsättningar i övrigt blir åtgärdspaketet med knapp marginal lönsamt. Det är med andra ord inga stora prisskillnader som krävs för att få helt olika bedömning av hur lönsamt ett projekt är.

## **7. FÖRBEREDELSE 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:

- Undermätare för fjärrvärme
- Varmvattenmätare
- Elmätare till värmepump
- Energimätare för avgiven värmepumpenergi.

## 8. RESULTAT FRÅN MOMENTANA MÄTNINGAR

Luftläcknings- och luftflödemätning samt termografering har utförts efter entreprenaden. Resultaten framgår av tabellerna 3-5.

**Tabell 3** Resultat av momentana mätningar Klackvägen 7-15.

	Före åtgärd	Efter åtgärd
Luftläckning (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>om</sub> ) vid 50 Pa	Ej genomfört	Lgh 1848: 0,36 Lgh 1849: 0,27 Lgh 1860: 0,22 Lgh 1864: 0,18 Lgh 1870: 0,23 Lgh 1873: 0,19 Lgh 1877: 0,20 Lgh 1879: 0,17 Lgh 1882: 0,29
Luftflöden (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> )	OVK-protokoll finns	Medelvärde för mindre lägenheter: 0,33 (20,23 l/s)* Medelvärde för större lägenheter: 0,44 (28,56 l/s)*
Totalluftflöden l/sm <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	Saknas	0,54

**Tabell 4** Resultat av momentana mätningar Klackvägen 19-21.

	Före åtgärd	Efter åtgärd
Luftläckning (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>om</sub> ) vid 50 Pa	Ej genomfört	Lgh 1885: 0,26 Lgh 1889: 0,26 Lgh 1892: 0,29 Lgh 1894: 0,13 Lgh 1915: 0,21 Lgh 1916: 0,22
Luftflöden (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> )	OVK-protokoll finns	Medelvärde för mindre lägenheter: 0,41 (24,5 l/s)* Medelvärde för större lägenheter: 0,36 (30,3 l/s)
Totalluftflöden l/sm <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	Saknas	0,83

**Tabell 5** Resultat av momentana mätningar Klackvägen 25-29.

	Före åtgärd	Efter åtgärd
Luftläckning (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>om</sub> ) vid 50 Pa	Ej genomfört	Lgh 1898: 0,16 Lgh 1905: 0,18 Lgh 1906: 0,22 Lgh 1907: 0,24
Luftflöden (l/s, m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> )	OVK-protokoll finns	Medelvärde för mindre lägenheter: 0,56 (24,9 l/s)* Medelvärde för större lägenheter: inga sådana lgh
Totalluftflöden l/sm <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	Saknas	0,47

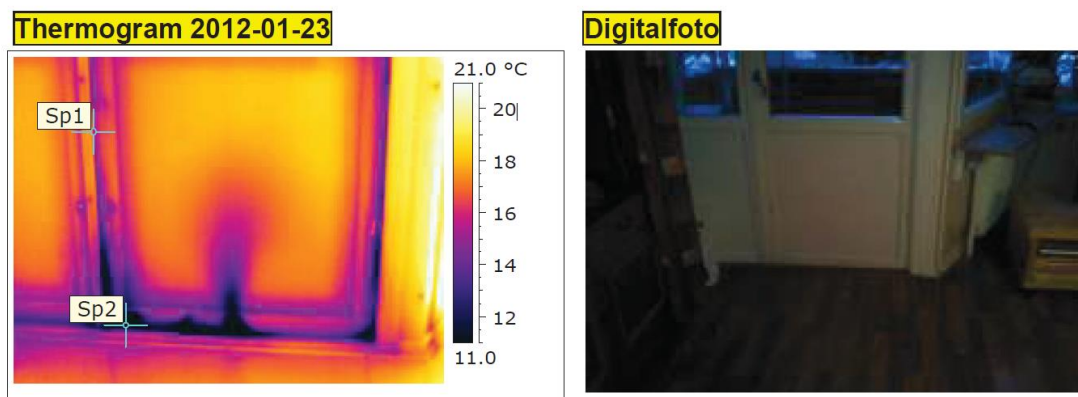
\* Medelvärde beräknat utifrån mät rapporten. För mer fullständigt mätresultat se den sammanfattande rapporten i bilaga 5.

Stockholmshem har tagit hjälp av en konsult för ventilations- och fönsterkontroll samt täthetsprovning av byggnaderna efter åtgärd, se bilaga 5. Vid luftläckningsmätningarna har luftflödet dividerats med lägenheternas hela omslutningsarea, vilket medför att värdena inte kan jämföras med lufttäthetskraven i Boverkets Byggregler.

Bland slutsatser från mätningarna finns att ventilationsflödena varierar kraftigt mellan olika lägenheter. Av de testade lägenheterna låg 12 % över, 22 % i närheten av och 66 % under normerade värden. Köksventilationen var också generellt för lågt injusterad och några köksventiler var helt igentäppta. Totalluftflöden uppmättes separat under hösten 2013.

Termografering har endast genomförts efter åtgärd. I rapporten redovisas också resultat från termografering och slutsatser att kvaliteten på båg- och karmar i många fall var mycket dålig. Bedömningen görs att nya tätningslistor behövs runt balkongdörrar, se figur 12, och att många badrumsfönster är svåra att stänga helt. Flera gamla tilluftsventiler går inte att stänga och ger ett oönskat tillskott av kallluft. Många fönsterpartier har drevning som inte håller måttet längre och ett fåtal visar även på luftläckning mellan bågen och den nya 2-glasrutan.

Utdrag från termograferingsprotokoll för Klackvägen 7, 19 och 27 redovisas i bilaga 5.



**Figur 12** Luftläckage vid balkongdörr, ur termograferingsrapport för Klackvägen 7.

## 9. RESULTAT FRÅN UPPFÖLJNING

Under september 2011 inleddes etapp 3 med uppföljning av energi- och vattenanvändning m.m. Erfarenheter från Stockholmshem och hyresgäster hämtades in.

Övergripande resultat från uppföljningen redovisas i tabell 6 nedan. Eftersom förväntad besparing inte uppnåddes första året förlängdes mätperioden med ett år, tom 2013. Dock minskade inte energianvändningen ytterligare under detta år.

**Tabell 6** Sammanställning av uppmätta värden före och efter åtgärd för Klackvägen 7-29.

	Före åtgärder (2010)	Efter åtgärder (2012)	Besparing	Efter åtgärder (2013)
Fjärrvärme (MWh)	894,2	468,6	48 %	513,2
Fastighetsenergi (MWh)	31,7	164,9	-420 %	139,2
Hushållsel (MWh)	161,8	167,2	-3 %	167,2**
Tappkallvatten* (m <sup>3</sup> )	7 019	saknas		saknas
Tappvarmvatten (m <sup>3</sup> )	3 243	2 684	17 %	2674

\*Inklusive det kallvatten som blir varmvatten.

\*\*Ingen ny mätning av hushållsel genomförd.

### Energianvändning

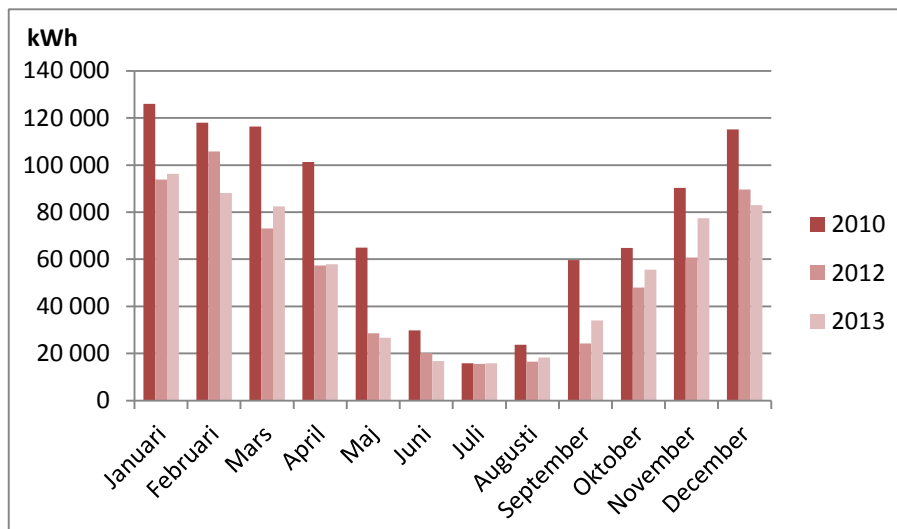
Uppmätt specifik energianvändning för 2012 och 2013 blev 107 respektive 110 kWh/m<sup>2</sup>, se tabell 7. Beräknad specifik energianvändning var 72 kWh/m<sup>2</sup>. För 2012 uppnåddes 32 % besparing, vilket innebär att åtgärderna således inte levt upp till förväntningarna under de första driftsåren. Olika orsaker till detta diskuteras i det följande.

**Tabell 7** Sammanställning av uppmätta värden i kWh/m<sup>2</sup> ( $A_{temp}$ ) före och efter åtgärd för Klackvägen.

kWh/m <sup>2</sup>	2010	2012	2013
Fjärrvärme	151	79	87
El till FVP	-	22	19
Tappvarmvattenbehov	30	25	25
Driftel	5	6	5
Hushållsel	27	28	28
Uppmätt specifik energianvändning	157	107	110
Beräknad specifik energianvändning		72	72

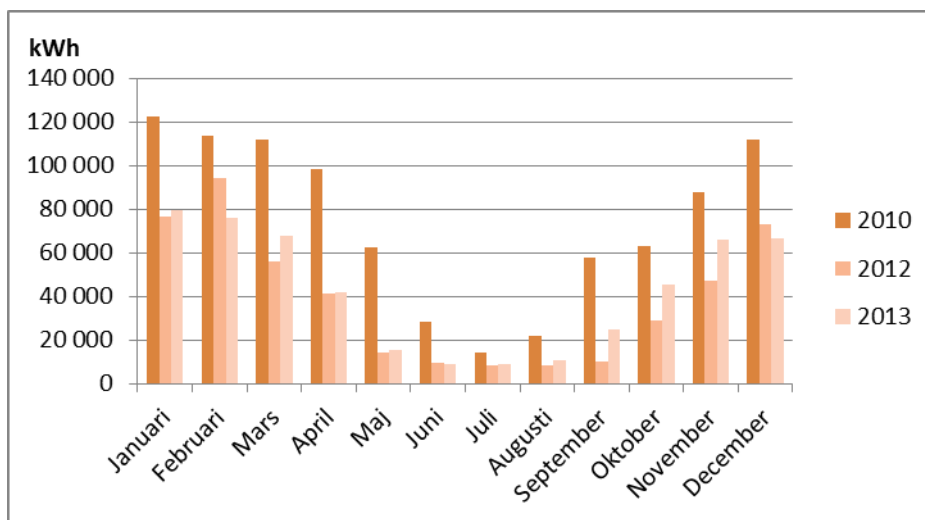
I figur 13 visas månadsvis energiprestanda (specifik energianvändning) före och efter åtgärder. Besparingen är blygsam under sommarmånaderna.





**Figur 13** Månadsvis normaliserad energiprestanda för året före och två år efter åtgärder.

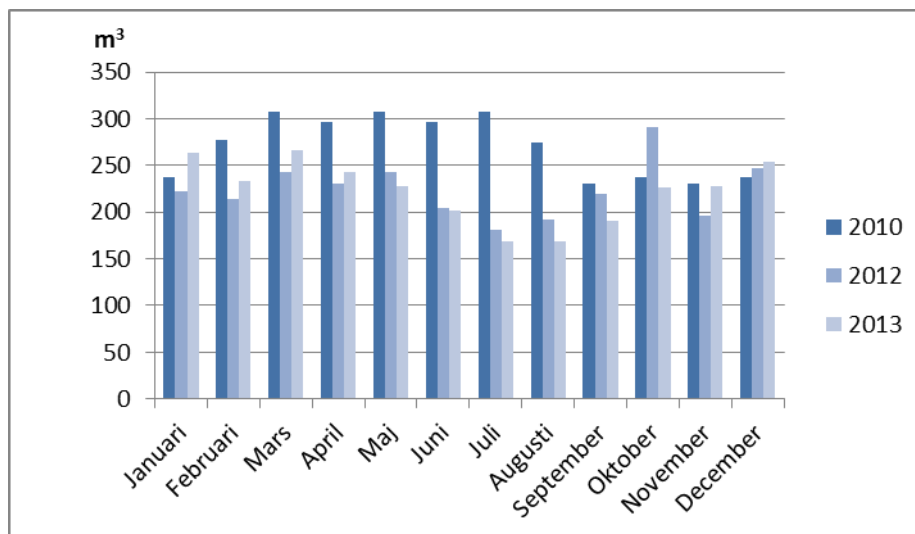
Levererad fjärrvärme månadsvis redovisas i figur 14. Ur diagrammet syns att fjärrvärme köps under sommartid för tappvarmvatten. Värmepumpen borde klara hela tappvarmvattenbehovet sommartid, men troligtvis är systemtemperaturerna på tappvarmvatten för höga för värmepumpen, så att fjärrvärme måste användas som spetsvärme. En viss mängd kulvertförluster finns också i sommarvärdena.



**Figur 14** Uppmått normaliserad fjärrvärme före och två år efter åtgärder.

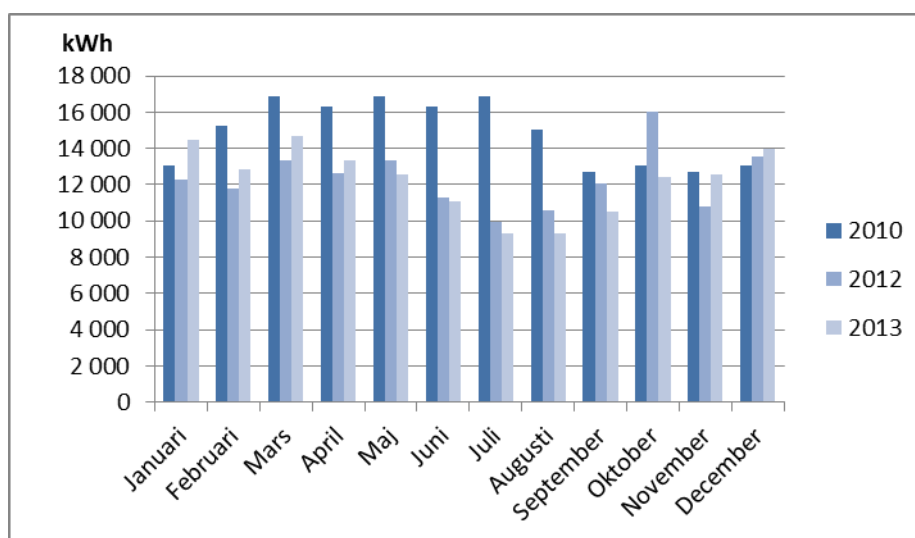
### Tappvarmvatten

En volymmätare för tappvarmvatten, sattes in i undercentralen ett år innan åtgärderna påbörjades. Uppmått tappvarmvattenvolym redovisas i figur 15. Några månadsvärden sticker ut, och kan ha någon förklaring, men i stort verkar mätvärdena rimliga och på normalnivå.



**Figur 15** Tappvarmvattenanvändning månadsvis före och två år efter åtgärder.

Figur 16 visar tappvarmvattenenergin månadsvis, beräknat med schablontemperaturer från volymmätningen. Medelvärdet för beräknat tappvarmvattenbehov under sommarmånaderna 2012 och 2013 var ca 9,1 MWh per månad (antaget 5 grader varmare kallvatten sommartid än årsmedelvärdet). Samtidigt var uppmätt värde för fjärrvärmeleveransen 9,2 MWh per månad. Till detta ska också läggas 5,5 MWh per månad för el till värmepumpen vilket med en värmefaktor på 3,4 ger ca 18,5 MWh värme per månad. Detta indikerar att VVC-förlusterna kan vara dubbelt så stora som tappvarmvattenbehovet sommartid eller att husen värms sommartid. Eftersom pumpstopp finns på cirkulationspumpen för värme borde det mesta vara förluster i VVC-kretsen.



**Figur 16** Energianvändning för tappvarmvatten (antal m<sup>3</sup> \*55 kWh).

#### Värmepumpdrift

Frånluftsvärmepumpen har en avgiven värmeeffekt på ca 66 kW, uppdelat på två kretsar. Uppmätt värmefaktor för värmepumpen var 3,4 för både 2012 och 2013. Värmefaktorn är i paritet med vad som utlovas av tillverkaren vid högre temperaturnivåer (0/50 och 0/45 grader). Vid lägre utgående temperaturnivåer ska högre värmefaktor uppnås.

Teoretiskt ska värmepumpen kunna leverera ca 45-50 MWh per månad, vilket också skett under några månader, dock inte de kallaste. Olika orsaker till minskade drifttider på värmepumpen finns, dels att temperaturnivåerna på tappvarmvatten och framledning till radiatorerna varit för höga, dels problem med haveri av en värmepumpkompressor under 2012. Troligen finns även något annat problem, eftersom gångtiderna på värmepumpen minskat under 2013, mest under varmare perioder hösten 2013.

Luftflöden genom återvinningsbatterierna har uppmätts att vara betydligt större än luftflödet som går genom lägenheterna, vilket beror på otäta frånluftskanaler (redovisas i tabellerna 3-5). Vid åtgärderna byttes de gamla horisontella kanalerna ut, medan de vertikala murade kanalerna behölls. Om otätheterna finns i kalla utrymmen kommer brinekretsen vintertid inte att bli lika varm och värmepumpen kommer inte att kunna leverera så varm temperatur som förväntat.

Radiatorsystemen är inte injusterade efter åtgärder, och det förekommer troligen kortslutningar i systemet, vilket gör att varmare framledningstemperatur behöver hållas, vilket också minskar värmepumpens möjlighet att bidra.

Resultat från mätningar för värmepumpen visas i tabell 8. Levererad värme till byggnaderna är i stort sett densamma som före åtgärd ca 900 MWh/år. Eftersom ingen injustering av värmen utförts efter åtgärd är det troligt att innetemperaturen ökat efter åtgärder. Det finns dessutom osäkerheter i vilka luftflöden som byggnaderna ventileras med som inte passerar lägenheternas frånluftsdon.

**Tabell 8** Uppmätt tillförd el och levererad värme från värmepumpen för 2012 och 2013. Här har också lagts in summan av levererad värme (fjärrvärme samt levererat från VP).

	El till VP kWh	Värme från VP kWh	Värme- faktor VP	El till VP kWh	Värme från VP kWh	Värme- faktor VP	Total använd värme (fjv+VP) kWh	Total använd värme (fjv+VP) kWh
	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2012	2013
Jan	13 751	44 700	3,25	14 345	47 244	3,29	121 328	126 694
Feb	8 449	26 800	3,18	9 640	32 407	3,36	121 149	108 605
Mar	14 057	47 900	3,41	12 085	40 022	3,31	103 780	107 943
Apr	13 183	45 100	3,42	13 387	46 029	3,44	86 264	88 103
Maj	11 231	38 500	3,43	8 877	29 931	3,37	52 870	45 252
Jun	7 930	26 800	3,37	5 292	17 078	3,23	36 502	26 224
Jul	4 853	15 900	3,27	4 374	14 637	3,35	24 197	23 590
Aug	5 540	18 300	3,31	5 032	16 624	3,30	26 744	27 366
Sep	11 205	38 700	3,46	6 756	23 444	3,47	49 080	48 370
Okt	16 231	58 000	3,57	7 801	27 859	3,57	87 000	73 153
Nov	10 899	38 300	3,52	8 756	29 965	3,42	85 300	96 183
Dec	13 588	45 000	3,31	13 609	46 948	3,45	118 000	113 864
<b>Sum- ma</b>	<b>130 917</b>	<b>444 000</b>	<b>3,38</b>	<b>109 954</b>	<b>372 188</b>	<b>3,38</b>	<b>912 214</b>	<b>885 347</b>

### Lönsamhet

Lönsamhetsberäkningar baserat på uppmätta värden redovisas i tabellerna 9 och 10, för BeBos respektive Stockholmshems beräkningsförutsättningar. Energibesparingen är inte lika stor som beräknat och därför blir också lönsamhetskalkylen sämre.

Skillnaden mellan lönsamheten beräknad med BeBos respektive Stockholmshems förutsättningar blir inte lika stor med den mindre fjärrvärmebesparingen. En stor orsak till Stockholmshems bättre nuvärde är att den beräknade kalkylperioden blir betydligt längre när man räknar en stor del av ventilationskostnaden med 40 års livslängd, som Stockholmshem gör, men inte BeBo.

**Tabell 9** Lönsamhetskalkyl med BeBos förutsättningar och uppmätt energibesparing.

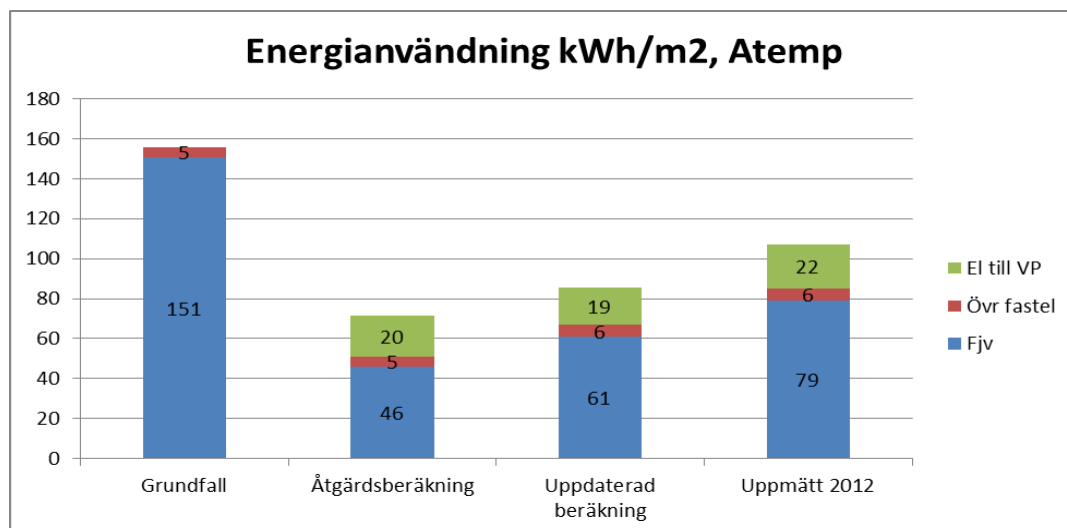
Klackvägen 7-29						
Åtgärd	Fjärrvärme kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Grundfall	150,5	5,4	-	-	-	-
Uppmätta värden	79,2	28,1	48,5	2 456 870	9 422 465	-6 965 595

**Tabell 10** Lönsamhetskalkyl med Stockholmshems förutsättningar och uppmätta värden.

Klackvägen 7-29						
Åtgärd	Fjärrvärme kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Grundfall	150,5	5,4	-	-	-	-
Uppmätta värden	79,2	28,1	48,5	3 440 018	9 422 465	-5 982 446

#### Uppdaterad energiberäkning

Med uppmätta värden för 2012, både energistatistik och värden för hur värmepumpen fungerat, har en uppdaterad energiberäkning utförts. Skillnaden mellan beräknad och uppmätt energianvändning blir fortfarande stor, se figur 17. Värmepumpen har under 2012 haft en genomsnittlig värmefaktor på 3,38, vilket är något lägre än de förväntade 3,75 som användes i den inledande åtgärdsberäkningen.


**Figur 17** Energianvändning i kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>, år för beräknade och uppmätta värden.

Uppmätt el till värmepump var 18 % högre, uppmätt fjärrvärme var 30 % högre och den specifika energianvändningen var 25 % högre än beräknade värden i den uppdaterade beräkningen. Detta trots att innetemperaturen var satt till 23 grader i den uppdaterade beräkningen med motivering att det är möjligt att injustering inte gjorts tillräckligt för att kompensera minskade värmeförluster på grund av fönsterrenovering.

Mätningar och uppföljningar fortsätter för att försöka utreda vad skillnaderna mellan beräknade och uppmätta värden kan bero på och om det kan gå att minska energianvändningen ytterligare genom injusteringar m.m. Parametrar som undersöks i första läget är innetemperatur, luftflöden över värmepumpbatterierna och hur stor inverkan läckage i ventilationssystemet kan tänkas ha.

### Erfarenheter

Några av erfarenheterna Stockholmshem gjort under projektet är:

- Fönsterrenoveringen blev dyr, det hade kanske varit bättre att helt byta ut fönstren och därmed även fått fördelarna av ny drevning och underhåll av ytskikten.
- Hyresgästerna är nöjda, dels med att det är varmare inne och dels med den förbättrade ljudisoleringen. De hör inte längre bussarna utanför.
- Börja aldrig en sådan här entreprenad i december! Bland annat blev det kallt för hyresgästerna den tid de var utan vindsisolering, Stockholmshem fick hålla med värmefläktar. Isoleringsbilen kom inte in på gatan p.g.a. översnöade bilar som tog mycket plats.

## 10. SLUTSATSER

En energibesparing på ca 30-35 % har uppnåtts genom åtgärderna. Dock har besparingen inte blivit lika stor som beräknat, vilket var över 50 %. Framst är fjärrvärmeanvändningen större än beräknat. Uppmätt fastighetsel är ungefär som förväntat.

Ett haveri på en kompressor under 2012 samt driftproblem hösten 2013 förklarar en del av det sämre utnyttjandet av värmepumpen. En annan förklaring är de höga temperaturnivåerna på VVC- och radiatorkretsarna, vilket gör att värmepumpens maxtemperatur inte räcker till, speciellt som brinetemperaturen troligtvis kyls av vintertid på grund av inläckande kall luft till återvinningsbatterierna. Värmepumpens värmefaktor är i stort sett som förväntat med hänsyn till de höga temperaturnivåerna.

Budget för tätning av de murade vertikala ventilationskanaldelarna behöver skapas. Dessutom ska en injustering av värmesystemet utföras.

Åtgärdernas lönsamhet påverkas givetvis också av att förväntad besparing inte uppnåtts. Med utgångspunkt i Stockholmshems beräkningsförutsättningar krävs det en årlig fjärrvärmeprisutveckling på 6,8 % eller att kalkylräntan sänks från 6 % till 1,8 % för att åtgärderna ska bli lönsamma.

## BILAGOR

Bilaga 1 – Indata

Bilaga 2 – Ritningar

Bilaga 3 – Bilder

Bilaga 4 – Lönsamhetskalkyler för varje hus

Bilaga 5 – Sammandrag Ventilations- och fönsterkontroll samt täthetsprovning.

## BILAGA 1 – Beräkningsindata

		Klackvägen 7-15	
		Före åtgärd (2010)	Efter åtgärd
$A_{temp}^1$	m <sup>2</sup>	3 163,5	3 163,5
Omslutande area <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	3 276	3 276
Glasarea <sup>4</sup>	m <sup>2</sup>	446	446
U-värden <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K		
Yttervägg		0,56	0,56
Källarvägg		1,03	1,03
Tak		0,18	0,10
Fönster		2,7	1,3
Grund		0,26	0,26
Dörrar		räknas som fönster	räknas som fönster
$U_m$ inklusive köldbryggor <sup>2</sup>	W/K	0,90	0,64
Ventilation, grundflöde <sup>3</sup>	l/s,m <sup>2</sup>	0,35	0,35
Specifik luftläckning, 50 Pa <sup>4</sup>	l/ s,m <sup>2</sup>	0,8	0,8
Tappvarmvatten <sup>5</sup>	kWh/år	101 255	
Hushållsel <sup>3</sup>	kWh/år	85 882	
Fastighetsel <sup>3</sup>	kWh/år	16 728	

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



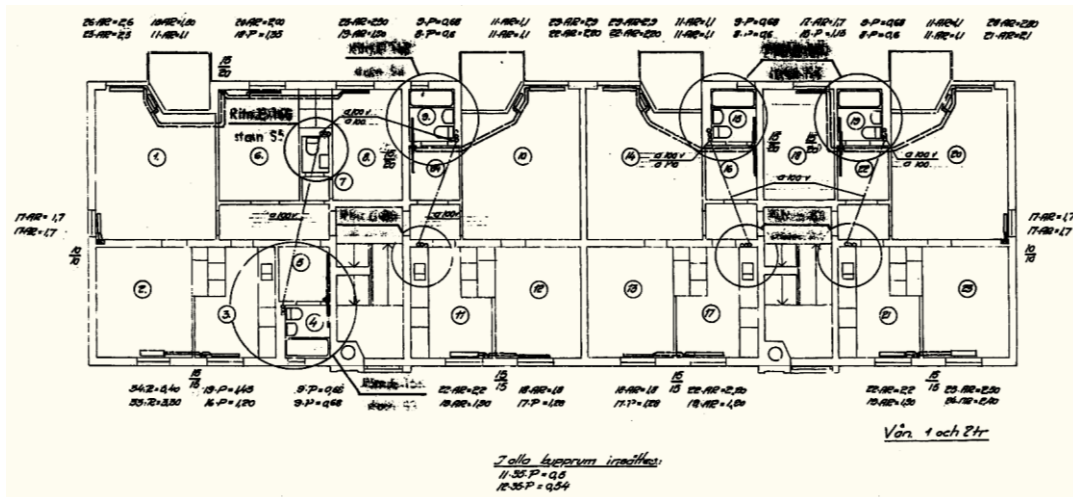
		Klackvägen 19-21	
		Före åtgärd (2010)	Efter åtgärd
$A_{temp}^1$	m <sup>2</sup>	1 218	1 218
Omslutande area <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	1606	1606
Glasarea <sup>4</sup>	m <sup>2</sup>	206	206
U-värden <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K		
Yttervägg		0,56	0,56
Källarvägg		1,03	1,03
Tak		0,18	0,10
Fönster		2,7	1,3
Grund		0,26	0,26
Dörrar		räknas som fönster	räknas som fönster
$U_m$ inklusive köldbryggor <sup>2</sup>	W/K	0,87	0,62
Ventilation, grundflöde <sup>3</sup>	l/s,m <sup>2</sup>	0,35	0,35
Specifik luftläckning, 50 Pa <sup>4</sup>	l/ s,m <sup>2</sup>	0,8	0,8
Tappvarmvatten <sup>5</sup>	kWh/år	31 867	
Hushållsel <sup>3</sup>	kWh/år	32 210	
Fastighetsel <sup>3</sup>	kWh/år	4 194	

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

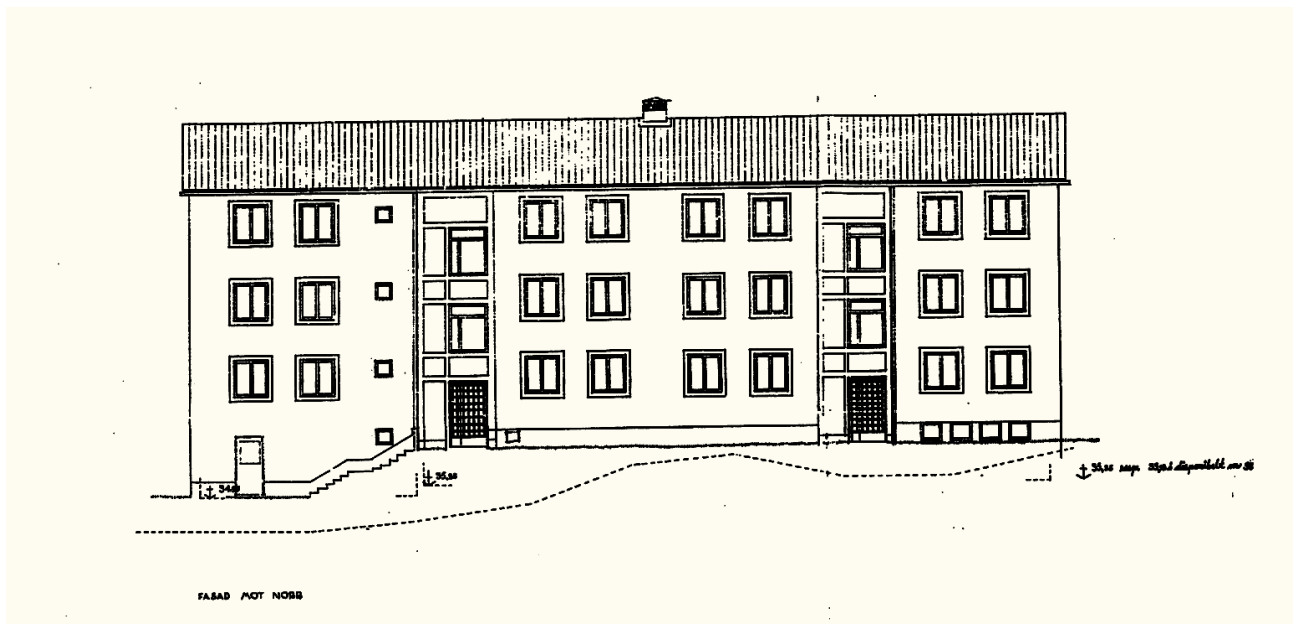
		Klackvägen 25-29	
		Före åtgärd (2010)	Efter åtgärd
$A_{temp}^1$	m <sup>2</sup>	1 530	1 530
Omslutande area <sup>1</sup>	m <sup>2</sup>	1729	1729
Glasarea <sup>4</sup>	m <sup>2</sup>	192	192
U-värden <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K		
Yttervägg		0,18	0,56
Källarvägg		1,03	1,03
Tak		0,47	0,10
Fönster		2,7	1,3
Grund		0,26	0,26
Dörrar		räknas som fönster	räknas som fönster
$U_m$ inklusive köldbryggor <sup>2</sup>	W/K	0,80	0,59
l/s,m <sup>2</sup>	l/s,m <sup>2</sup>	0,35	0,35
Specifik luftläckning, 50 Pa <sup>4</sup>	l/ s,m <sup>2</sup>	0,8	0,8
Tappvarmvatten <sup>5</sup>	kWh/år	45 187	
Hushållsel <sup>3</sup>	kWh/år	43 735	
Fastighetsel <sup>3</sup>	kWh/år	10 741	

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

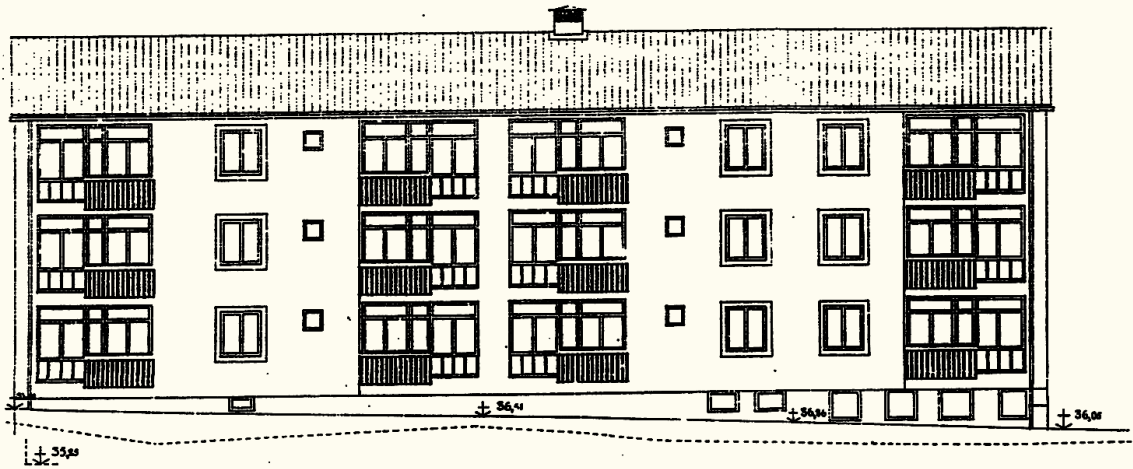
**BILAGA 2 – Ritningar**



Planritning, Klackvägen 19-21

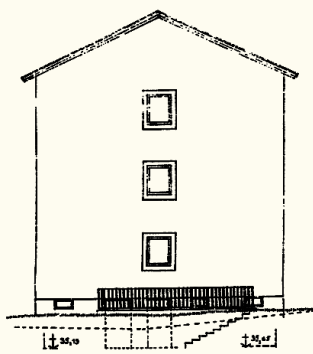


Fasad mot norr, Klackvägen 19-21

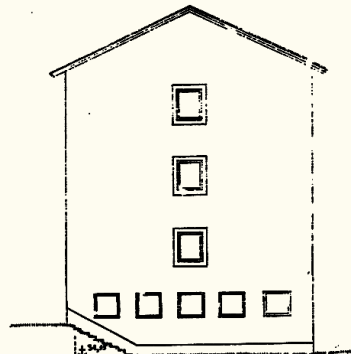


FASAD MOT SÖDER

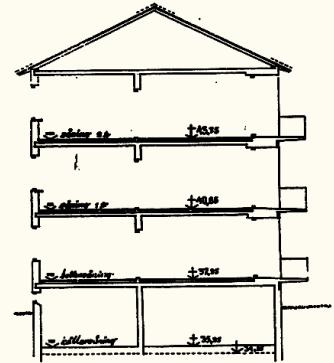
Fasad mot söder, Klackvägen 19-21



GAVEL MOT VÄSTER



GAVEL MOT ÖSTER

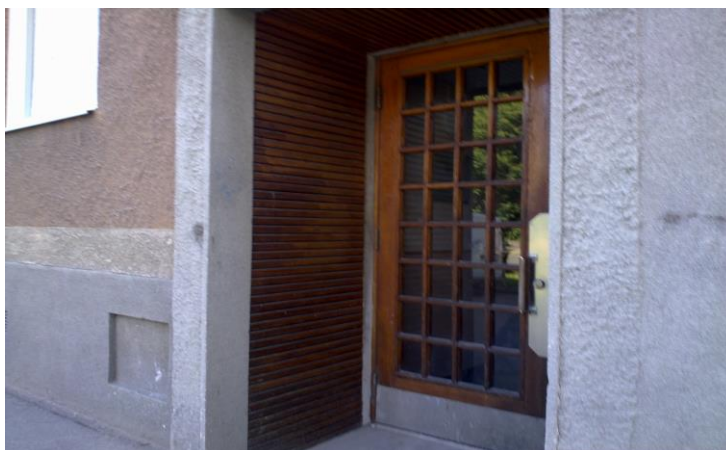


SEKTION

Gavelfasader, Klackvägen 19-21

**BILAGA 3 – Bilder**

Klackvägen 19 – 21, fasad mot vägen.



Entréparti.



Klackvägen 25-29, entréfasad.



Ny vindsisolering.



Ventilationsrör i ny vindsisolering (ej färdigställt).



Värmeåtervinningsbatteri på vinden.



Brinerör dragna i trapphuset före och efter plåtinklädnad.



Undercentral med värmepump och kulvertanslutning.



Ny isolerruta i fönsterinnerbåge.



Isolering och renovering av fönster och bröstningspartier (under och efter).



## BILAGA 4 – Lönsamhetskalkyler för enskilda byggnader

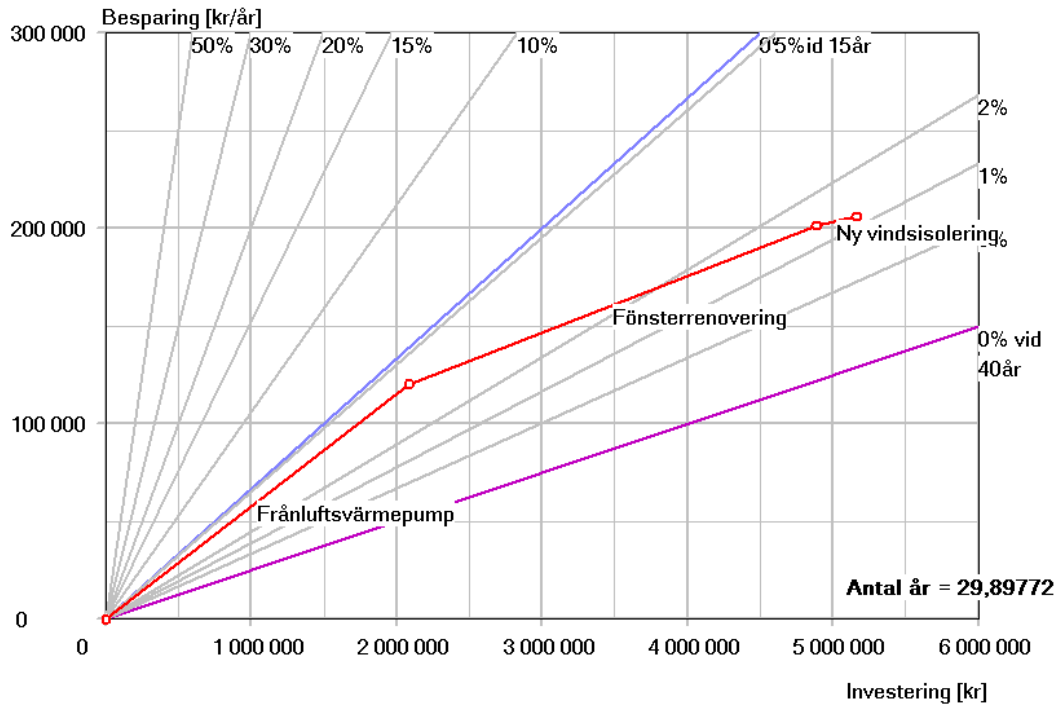
### Lönsamhetskalkyler per byggnad med BeBo:s förutsättningar

Klackvägen 7-15						
	Fjärrvärme, kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighets- el, kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing, kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	147,2	5,3	1,8	89 810	272 943	-183 133
Fönster- renovering	116,9	5,3	32,1	1 606 598	2 802 688	-1 196 090
Frånlufts- värmepump	69,8	26,4	58,1	1 271 334	2 085 593	-814 259
Åtgärds- paketet	44,9	25,8	83,6	2 784 766	5 161 223	-2 376 458

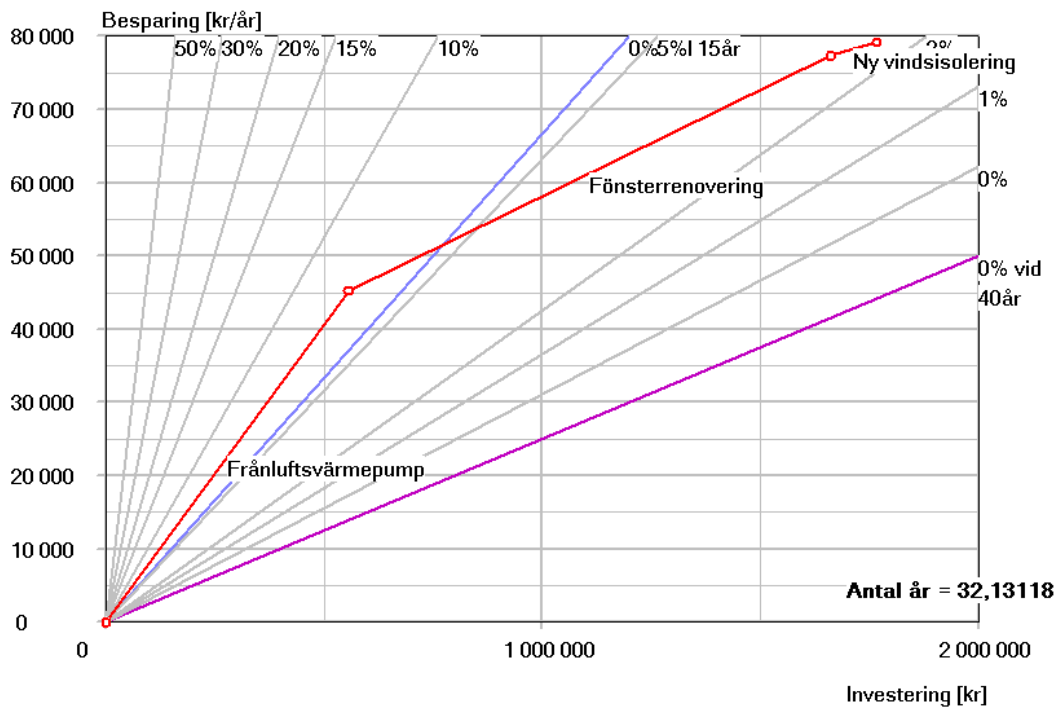
Klackvägen 19-21						
	Fjärrvärme, kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighets- el, kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing, kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	163,2	3,5	1,9	37 062	105 071	-68 009
Fönster- renovering	132,3	3,5	32,9	633 787	1 105 752	-471 964
Frånlufts- värmepump	87,9	24,0	56,6	477 042	556 158	-79 116
Åtgärds- paketet	55,6	23,4	89,6	1 169 960	1 766 981	-597 021

Klackvägen 25-29						
	Fjärrvärme, kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighets- el, kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing, kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	140,2	7,0	1,9	45 228	131 986	-86 757
Fönster- renovering	118,2	7,0	23,8	577 549	1 388 998	-811 449
Frånlufts- värmepump	62,9	28,1	58,1	614 671	973 277	-358 606
Åtgärds- paketet	39,7	27,5	81,9	1 314 438	2 494 261	-1 179 823

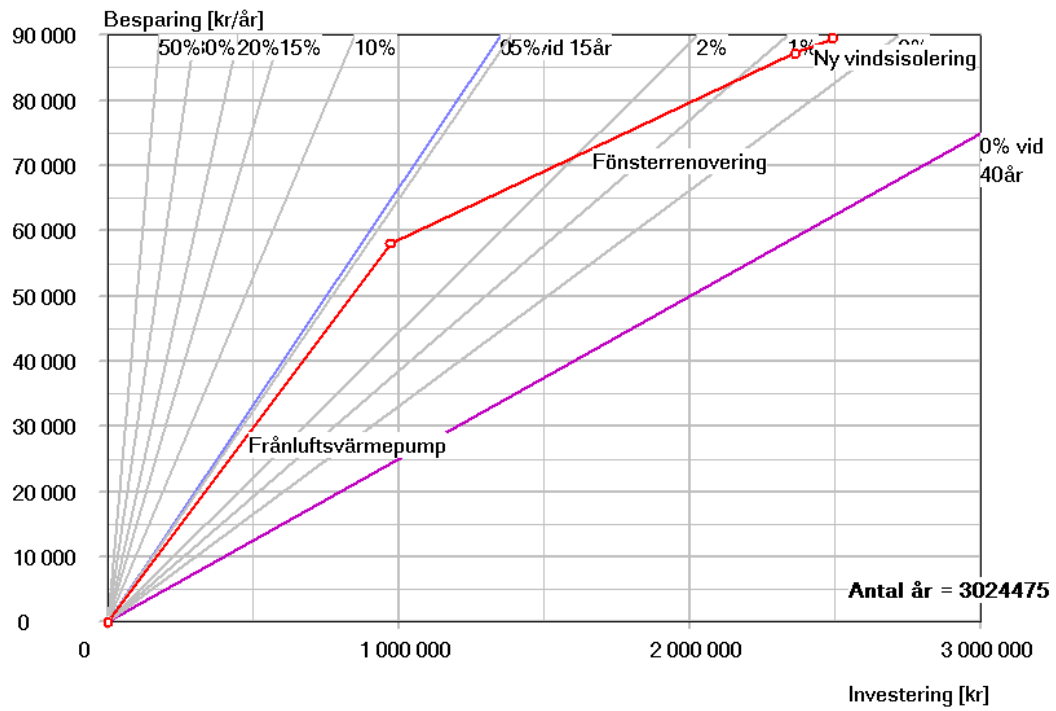
Internräntediagram med BeBo:s förutsättningar



Internräntediagram för genomförda åtgärder på Klackvägen 7-15.



Internräntediagram för genomförda åtgärder på Klackvägen 19-21.



Internräntediagram för genomförda åtgärder på Klackvägen 25-29.

### Lönsamhetskalkyler med Stockholmshems förutsättningar

#### Lönsamhetskalkyl med Stockholmshems beräkningsförutsättningar.

Klackvägen 7-29						
Åtgärd	Fjärrvärme, kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel, kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing, kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	148,7	5,4	1,8	208 127	510 000	-301 873
Fönster- renovering	120,4	5,4	30,1	3 407 843	5 297 438	-1 889 595
Frånlufts- värmepump	71,7	26,4	57,8	4 361 910	3 615 027	746 883
Åtgärds- paket	45,8	25,7	84,4	7 483 834	9 422 465	-1 938 631

Känslighetsanalys är beräknad på de tre byggnaderna på Klackvägen 7-29, med Stockholmshems beräkningsförutsättningar och enligt deras bedömning att fjärrvärmepriset kan variera ± 15 %.

Känslighetsanalys med Stockholmshems beräkningsförutsättningar och fjärrvärmepris 0,7 kr/kWh - 15 %.

Klackvägen 7-29,						
Åtgärd	Fjärrvärme kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	148,7	5,4	1,8	176 908	510 000	-333 092
Fönster- renovering	120,4	5,4	30,1	2 896 666	5 297 438	-2 400 771
Frånlufts- värmepump	71,7	26,4	57,8	3 109 723	3 615 027	-505 304
Åtgärds- paket	45,8	25,7	84,4	5 785 059	9 422 465	-3 637 406

Känslighetsanalys med Stockholmshems beräkningsförutsättningar och fjärrvärmepris 0,7 kr/kWh + 15 %.

Klackvägen 7-29,						
Åtgärd	Fjärrvärme kWh/m <sup>2</sup> år	Fastighetsel kWh/m <sup>2</sup> år	Besparing kWh/m <sup>2</sup> år	Tåld investering kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	148,7	5,4	1,8	239 346	510 000	-270 654
Fönster- renovering	120,4	5,4	30,1	3 919 019	5 297 438	-1 378 418
Frånlufts- värmepump	71,7	26,4	57,8	5 614 097	3 615 027	1 999 069
Åtgärds- paket	45,8	25,7	84,4	9 183 297	9 422 465	-239 168



**EnergiTeamet**  
EnergiDeklarationer



## **Sammandrag**

**Ventilations- och fönsterkontroll**

**samt täthetsprovning**

**Stockholmshem**

**Klackvägen 7-29, Solberga**

**2012-01-31**

Utförd av:  
Börge Filmberg, Erling Ekeberg  
Linus Söderman, Sari Cederlöf

## Innehållsförteckning

Uppdrag.....	3
Allmänt .....	3
Objekt.....	3
Metod.....	3
Täthetskrav enligt byggnadsföreskrifter .....	4
Krav frånluftflöde.....	5
Termografering.....	6
Täthetsprovning .....	7
Ventilation .....	8
Termografering.....	9
Fönster.....	10
Spiskåpor .....	10

## Uppdrag

På uppdrag av Stockholmshem har EnergiTeamet genomfört en kontroll av ventilationen och termografering av fönster i samtliga lägenheter och en täthetsprovning av 2 lägenheter i varje port. Ventilationsflödet har mätts i alla lägenheter och spiskåporna har fotograferats.

## Allmänt

Flerfamiljshus, låghus 3 våningar + källare. Byggår 1951-52.

Ytterväggar i putsad lättbetong.

Frånluftsventilation.

I byggnaderna har befintliga frånluftsfläktar bytts ut mot 3 st. FX-ventilationsaggregat. Värmen återvinns och skickas m.h.a en brineledning till undercentralen. Samtliga spiskåpor och ventilationsdon har bytts ut. Vindarna har tilläggsisolerats med 50 cm lösull. Fönstren har renoverats där den innersta rutan bytts mot en 2-glas isolerruta.

## Objekt

Arbetet omfattar:

Tåhättan 1, Klackvägen 7-15

Bakkappan 1, Klackvägen 19-23

Bindsulan 1, Klackvägen 25-29

Totalt 65 lägenheter.

## Metod

Ventilationsflödet har mätts i köket med normalt och forcerat flöde samt i övriga frånluftsdon. Bild på alla spiskåpor har tagits.

2 lägenheter i varje port har täthetsprovats.

Mätningen utfördes med hjälp av Minneapolis Blower Door och DG 700 Pressure and FlowGauge som monterades i ytterdörren till lägenheten.

Metod automatisk mätning.

Luftläckage presenteras i l/s m<sup>2</sup> för omslutande area vid 50 Pa tryckskillnad.

Varje lägenhets area, volym och omslutande area har tagits från ritningsarkivet.

Vidare har man termograferat alla fönster i de lgh där man har kommit in. Termograferingens syfte är att diagnostisera fönstrens luftläckage.

I några lägenheter(1848,1860,1864,1873,1877 och 1882) har man även mätt läckaget vid fönstren med en lufthastighetsmätare SvemaAir som mäter i m/s. Se mer detaljer från termografi kommentarerna.

## Täthetskrav enligt byggnadsföreskrifter

Tidigare gällde kraven att byggnadens klimatskärm skall vara så tät att genomsnittliga luftläckaget vid + 50 Pa (Pascal) tryckskillnad mellan ute och inne inte överstiger 0,8 liter/s m<sup>2</sup> för bostäder. Dagens nybyggnadsregler ställer inga sådana krav på klimatskalets lufttäthet men för att uppnå en energieffektiv byggnad och uppnå Boverkets krav på energiprestanda, är det viktigt att konstruktionen utförs så lufttät som möjligt.

Riktlinjer enl. BBR 2011

### **6:531 Lufttäthet**

#### *Allmänt råd*

För att undvika skador på grund av fuktkonvektion bör byggnadens klimatskiljande delar ha så god lufttäthet som möjligt. I de flesta byggnader är risken för fuktkonvektion störst i byggnadens övre delar, dvs. där det kan råda invändigt övertryck.

Särskild omsorg att åstadkomma lufttäthet bör iakttas vid höga fuktbelastningar som i badhus eller vid särskilt stora temperaturskillnader.

Lufttätheten kan påverka fukttillståndet, den termiska komforten, ventilationen samt byggnadens värmeförluster.

Metod för bestämning av luftläckage finns i SS-EN 13829.



## Krav frånluftflöde

### BFS 2002:19

#### Utrymme

*Bostäder, vårdlokaler, hotell o.d.*

Kök

luftföroreningar

15 l/s

10 l/s

Pentry, kokvrå

10 l/s med forcering till 30 l/s eller

15 l/s

Bad- eller duschrum med  
öppningsbart fönster

10 l/s

Bad- eller duschrum utan  
öppningsbart fönster

10 l/s

Toaletterum

20 l/s per person

20 l/s per toalettstol

Fritidslokal

*Samlingslokaler, butikslokaler o.d.*

3 l/s per m<sup>2</sup> golvarea, dock minst 15 l/s

Rum särskilt avsett för rökning

10 l/s

Hygienrum avsett för allmänheten

5 l/s per m<sup>2</sup> golvarea

0,35 l/s per m<sup>2</sup>

#### *Serviceutrymmen*

Städtrum

50 l/s

Tvättstuga, torkrum

8 l/s per m<sup>2</sup> schaktarea

Avfallsrum

Avfallsrum avsett enbart för torra  
sopor

0,9 l/s golvarea

Sopnedkast

Hisschakt

1,8 l/s golvarea

Garage (antal parkeringar/plats = 1  
per 8 tim.)

Garage (antal parkeringar/plats > 1  
per 8 tim.)

*(BFS 1998:38)*

### Minsta frånluftflöde

10 l/s, forcering med minst 75 %  
uppfångningsförmåga för luftföroreningar.

## Termografering

Termografering är en kvalitativ metod för detektering av avvikelser i klimatskärmen. Varje värmebild bedöms utifrån avvikelens storlek, karaktär och temperaturfall jämfört med normalen, dvs. del av samma eller liknande byggnadselement som kan anses vara normal.

**Bedömningen klassas som "normal", "kontrolleras" eller "åtgärdas":**

**Normal** = ligger inom rimliga gränser för vad som kan anses acceptabelt.

**Kontrolleras** = Svårbedömt resultat, bör utredas

**Åtgärdas** = ligger utanför rimliga gränser för vad som kan anses acceptabelt.

Det som anses ska åtgärdas påverkar energiförbrukningen markant eller inomhuskomforten (komfortzon) kraftigt negativt eller är en fara för byggnaden (kondens/daggpunkt). Antingen var för sig eller samtliga alternativ.

**Termogram:** Värmebilderna presenteras som termogram, där kallare ytor har mörkare färg och varmare ytor ljusare färg. Färgskala och temperaturen finns till höger om varje bild. Så långt som det är möjligt får alla bilder samma skala och är då direkt jämförbara med varandra, dvs. gul färg i en bild har samma temperatur som gul färg i en annan bild. Om skalan inte är samma så kan bilderna inte direkt jämföras med varandra, utan man får då avläsa temperaturen i färgskalan till höger i bilden.

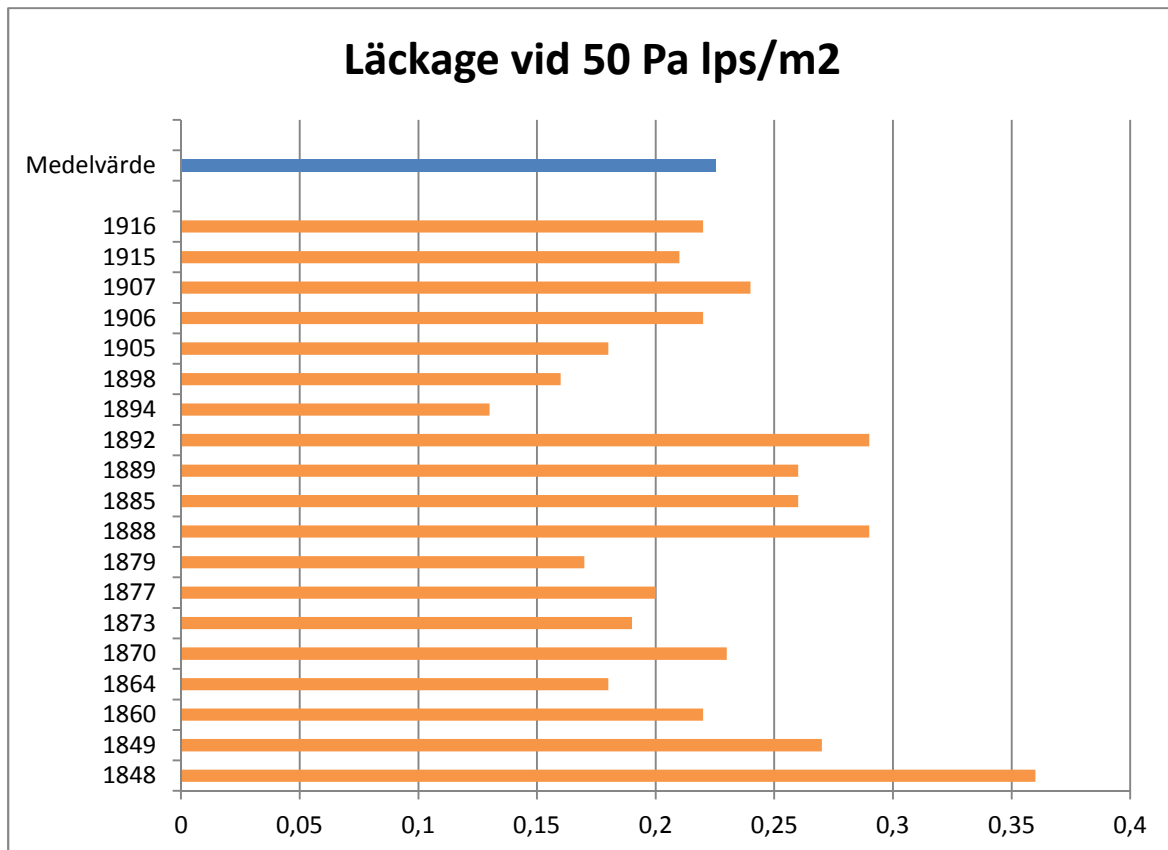
**För att underlätta tolkningen finns markörer i värmebilden:** Markörer placeras dels på referensyta (SPO1) som kan anses vara normal och dels på avvikelser (SPO2), så att man kan utläsa temperaturfall och absoluta temperaturen på objektet utan att behöva tolka färgskalan. Finns bara en mätmarkör (SPO1) i bilden så är det för att visa allmän temperatur utan att det är en avvikelse.

**Temperaturfall och avvikande mönster:** Ju större temperaturfall och avvikande mönster (storlek och placering) jämfört med normalen (referensyta) desto allvarigare brist i klimatskärmen.

**Byggstandard:** Termograferingen är utförd enligt svensk byggstandard SS-EN 13187, och uppfyller krav på IR utrustning, dokumentation och klimatförutsättningar.

**Orsak till undersökningen:** Termograferingens syfte är att diagnostisera fönstrens luftläckage.

## Täthetsprovning



Sammanfattningsvis så kan konstateras att luftläckaget i de provade lägenheterna bedöms vara normala. De otätheter som finns är kring fönster och balkongdörrar.

## Ventilation

Luftflöden har mätts vid alla frånluftsdon i lägenheterna. I kök både i normalt och forcerat läge. Flödena varierar kraftigt mellan de olika lägenheterna och gentemot Boverkets normerade flöden, se tabell sid 5.

12% av testade lägenheter låg över normerade värden, 22% låg i närheten av normerade värden och 66% låg under.

Generellt är köksventilationen för lågt injusterad, vilket också flera hyresgäster påtalade. Undantag finns dock, t.ex. i lgh 1894, port19. Egen installerad kolfilterfläkt och öppen ventil gav 3 gånger normerat värde, ca 32 l/s. I två st enrummare utan köksfläkt var köksventilen helt igentäppt av fett och damm. Efter rengöring uppmättes godkända värden. Information till hyresgäster hur man lossar och tvättar ventilerna, utan att ändra inställningen, verkar behövas. Speciellt smålägenheter utan köksfläktar.

I vissa lägenheter med skafferiventilation var tilluftskanalerna otäta och kalldrag uppstod, se termorapport.

De flesta hyresgästerna verkade nöjda med ventilationen, med reservation för lågt flöde på köksfläktarna.

Eftersom nya köksfläktarna är mycket tysta, upplever vissa hyresgäster felaktigt att fläktarna fungerar dåligt.

Se bifogade sammanställning av flöden i slutet av denna rapport.

## Termografering

Kvalitén på bågar och karmar är i många fall så dålig att ett fullgott resultat är omöjligt att uppnå, utan att byta hela fönstret.

Det gäller även balkongdörrarna, som i flera fall är så fuktskadade att färgen lossnat och trävirket är synligt. Kring balkongdörrarnas trösklar behöver tätning med fog och drevning utföras.

Nya tätlistor behövs runt om. Många dörrpartier är i så dåligt skick att man bör överväga ett utbyte. Ex. Klackvägen 7 lgh 1851, Klackvägen 9 lgh 1855, Klackvägen 11, lgh 1870, Klackvägen 13 lgh 1875, Klackvägen 15 lgh 1884 och Klackvägen 25, lgh 1915, lgh 1916.

Många fönsterlåsningar är svåra att låsa helt, trots försök med ”starka nypor”, reglarna är sneda eller kärvar. Dessutom bör en extra låsning monteras på badrumsfönster för få ett jämnt tryck på tätningslistan.

Ex. Klackvägen 9, lgh 1860, och Klackvägen 11, lgh 1864.

Ett flertal gamla tilluftventiler går inte att stänga, vilket ger oönskat tillskott på kalluft. De gamla ventilerna bör naturligtvis även isoleras innan de försluts, annars uppstår en kraftig köldbrygga. De nya ventiler som monterats bör justeras så att ett visst miniflöde finns i stängt läge, men det får inte vara för stort vilket är fallet i en del lägenheter.

Ex. Klackvägen 21, lgh 1885 bild 468, 470 och Klackvägen 27, lgh 1907 bild 510.

Eftersom ingenting gjorts åt karmarnas drevning finns här många partier med kalldrag, den gamla drevningen blir med tiden helt naturligt sämre. Detta är svårt att åtgärda på ett bra sätt utan att byta hela fönstret.

Ex. Klackvägen 13, lgh 1877 bild 300.

På ett fåtal fönster konstaterades ett luftläckage mellan bågen och den nya 2-glasrutan, vilket tyder på ett mindre bra hantverksarbete.

Ex. Klackvägen 11, lgh 1866, Klackvägen 19, lgh 1894, lgh 1895, lgh 1896, och Klackvägen 25, lgh 1912

Tilluftkanalen från yttervägg till skafferi var i några fall otät, vilket förorsakade kraftigt kallras på köksväggen.

Ex. Klackvägen 15, lgh 1881 bild 390 och Klackvägen 29, lgh 1905 bild 530, 532.

Se vidare termobilder i rapporten.

## Fönster

En hel del skador och brister på fönster upptäcktes vid besiktningen.

I princip samtliga badrumsfönster hade bara en stängningskrok som var placerad nedtill på fönstret vilket medför att det i många badrumfönster uppstår ett luftläckage i överkant.



Skador på fönster upptäcktes bl.a. på nedanstående lägenheter. Se vidare bilder i rapporten

Klackvägen 7, lgh 1849 Flisa i fönsterträ borta

Klackvägen 9, lgh 1857

Klackvägen 11, lgh 1870

Klackvägen 13, lgh 1878

Klackvägen 15, lgh 1882

Klackvägen 15, lgh 1883

Klackvägen 19, lgh 1893

Klackvägen 19, lgh 1896 Avskavd färg, hyresgästen klagar

Klackvägen 25, lgh 1913

Klackvägen 27, lgh 1911

## Spiskåpor

Monteringen av fläktskåp bedöms i stort set vara bra. På vissa ställen kan man dock anmärka på att anslutningen mot taket och i ö.k. mot befintliga köksskåp kunde gjorts bättre. Passbitarna mellan skåpen når inte ända upp mot taket. Se nedanstående bilder.



Klackvägen 7 Lgh 1855 Passbitarna går inte upp mot taket



Klackvägen 11 Lgh 1866. Glipa mellan skåp och tak.



Klackvägen 19 Lgh 1884 Luckan är skev. Hyresgästen klagar.

Bilaga 1





Omr-Lgh	Adress	Yta	Hyresgäst	Obs	Kök mätt	Kök enl.norm	Kök förserad	Badrum mätt	Badrum enl.norm	Toalett mätt	Toalett enl.norm	Sovrum mätt	Totalt mätt flöde	Krav tot. enl. norm flöde*	Krav enl. 0,35 l/s m <sup>2</sup> *
056-1846	KLACKVÄGEN 7 BV		NÄSSERT			10			15						0
056-1848-4	KLACKVÄGEN 7 BV	71	JOHANSSON, PATRICK		3,4	10	8,5	14,9	15	15,9	10		34,2	35	24,85
056-1849-3	KLACKVÄGEN 7 1	66	ENNERFORS, JONATAN		9,6	10	18,3	23,4	15				33	25	23,1
056-1851-4	KLACKVÄGEN 7 1	71	JOHANSSON, TARJA		2,9	10	15,9	8,5	15	7,6	10	7,1	26,1	35	24,85
056-1852-2	KLACKVÄGEN 7 2	82	STÅLKRANTZ, EMMA			10			15				0	25	28,7
056-1854-3	KLACKVÄGEN 7 2	55	LINDSTRÖM, PER		6,5	10	17,2	7,6	15				14,1	25	19,25
056-1855-3	KLACKVÄGEN 9 BV	55	BERGGREN, LEIF		4,5	10	18,3	7,4	15				11,9	25	19,25
056-1857-3	KLACKVÄGEN 9 BV	85	KARLSSON, MARIA		7,1	10	26,1	13,5	15				20,6	25	29,75
056-1858-1	KLACKVÄGEN 9 1	55	SUNDIN, TOINI			10			15				0	25	19,25
056-1859-0	KLACKVÄGEN 9 1	16	LÖNQVIST GULLBO, ALEXANDRA			10			15				0	25	5,6
056-1860-3	KLACKVÄGEN 9 1	69	NYBERG, JEANETTE		8	10	21,4	13,1	15				21,1	25	24,15
056-1861-6	KLACKVÄGEN 9 2	71	EKOKO TOKENGE, MARIE-JEANNE		2,6	10	18,3	10,5	15	10,5	10	3,1	26,7	35	24,85
056-1863-5	KLACKVÄGEN 9 2	69	MARSCHALL, MADELEINE		6,4	10	16,5	11,5	15			1,4	19,3	25	24,15
056-1864-3	KLACKVÄGEN 11 BV	55	HEINONEN, MARJA-TERTTU		2,5	10	15,8	23,2	15				25,7	25	19,25
056-1866-1	KLACKVÄGEN 11 BV	82	ROSENGREN, MYRTHLE		6	10	20,5	16,6	15	7,5	10		30,1	35	28,7
056-1867-6	KLACKVÄGEN 11 1	55	MULLER, MADELENE		5,6	10	20,4	10,2	15				15,8	25	19,25
056-1869-3	KLACKVÄGEN 11 1	82	TÖRNQVIST, MARGARETHA			10			15				0	25	28,7
056-1870-3	KLACKVÄGEN 11 2	55	BARUA, SUNNY		7,3	10	33,2	16,2	15				23,5	25	19,25
056-1871-0	KLACKVÄGEN 11 2	16	JOHANSSON, THÉRESE		5	10		-	15	7,5	10		12,5	35	5,6
056-1872-3	KLACKVÄGEN 11 2	66	EKLIND, BENGT			10			15				0	25	23,1
056-1873-2	KLACKVÄGEN 13 BV	65	TEOFILOVIC, MIROSAVA		8,3	10	31,2	17	15				25,3	25	22,75
056-1874-2	KLACKVÄGEN 13 BV	55	LINDELÖF, HÅKAN		8,1	10	25,9	12,5	15				20,6	25	19,25
056-1875-4	KLACKVÄGEN 13 1	65	OLSZEWSKA-DZWILL, IWONA		7,7	10	23,5	12,5	15				20,2	25	22,75
056-1876-2	KLACKVÄGEN 13 1	55	DAHLBERG, STAFFAN			10			15				0	25	19,25
056-1877-4	KLACKVÄGEN 13 2	65	VUCIC, GORDANA		9	10	22,9	11,4	15				20,4	25	22,75
056-1878-5	KLACKVÄGEN 13 2	55	KOSTIC, SLADJANA		6,7	10		13,5	15				20,2	25	19,25
056-1879-1	KLACKVÄGEN 15 BV	55	FABBE, YVONNE		8,8	10	29,5	11,5	15				20,3	25	19,25
056-1880-1	KLACKVÄGEN 15 BV	84	KORNAKIEWICZ, MARIA		6,1	10	17,3	9,3	15	6,9	10	2,3	24,6	35	29,4
056-1881-1	KLACKVÄGEN 15 1	55	HÖGBERG, KARIN		6,7	10	24,4	7,5	15				14,2	25	19,25
056-1882-5	KLACKVÄGEN 15 1	84	VALLDOR, MAGNUS		8,4	10	19	24	15	11,5	10		43,9	35	29,4
056-1883-4	KLACKVÄGEN 15 2	55	BERGQVIST, RONALD		6,6	10	24,9	11,1	15				17,7	25	19,25
056-1884-3	KLACKVÄGEN 15 2	85	KÖRBERG, ROSE-MARIE		6,7	10	15,6	15,4	15	7,2	10	1,1	30,4	35	29,75



Omr-Lgh	Adress	Yta	Hyresgäst	Obs	Kök mätt	Kök enl.norm	Kök forserad	Badrum mätt	Badrum enl.norm	Toalett mätt	Toalett enl.norm	Sovrum mätt	Totalt mätt flöde	*Högsta värdet enl. BFS 2002:19 Krav tot. enl. norm flöde*	enl. BFS 2002:19 Krav enl. 0,35l/s m <sup>2</sup> *
056-1891-6	KLACKVÄGEN 19 BV	55	STOCKHOLMS STAD		6,7	10	30	12,9	15				19,6	25	19,25
056-1892-3	KLACKVÄGEN 19 BV	65	ÖHLUND, INGRID		10	10	27,1	16,7	15				26,7	25	22,75
056-1893-8	KLACKVÄGEN 19 1	55	BRAGLER, LUCIANO		4,2	10	17	9,2	15				13,4	25	19,25
056-1894-2	KLACKVÄGEN 19 1	65	ERIKSSON, MATS		32,4	10		20,5	15				52,9	25	22,75
056-1895-3	KLACKVÄGEN 19 2	55	RYDÉN, BJÖRN		7,2	10	29,2	11,6	15				18,8	25	19,25
056-1896-1	KLACKVÄGEN 19 2	65	SISSONEN, JORMA		9,4	10	26,9	8,4	15				17,8	25	22,75
056-1885-1	KLACKVÄGEN 21 BV	84	BJÖRNSTAM, PIA		6,6	10	18,3	13,5	15	9,5	10		29,6	35	29,4
056-1886-2	KLACKVÄGEN 21 BV	55	TARASOVA, JULIA			10			15				0	25	19,25
056-1887-2	KLACKVÄGEN 21 1	84	TORPFÄLT, OVE			10			15				0	25	29,4
056-1888-2	KLACKVÄGEN 21 1	55	STANKOVIC, LJILJANA			10			15				0	25	19,25
056-1889-1	KLACKVÄGEN 21 2	85	BERG, ADÉLE		8,2	10	20,8	14	15	5,3	10	3,5	31	35	29,75
056-1890-2	KLACKVÄGEN 21 2	55	STRÖMLAD, TAVA		9,3	10	27,4	3,2	15				12,5	25	19,25
056-1912-2	KLACKVÄGEN 25 BV	37	STERNER, LENA		3,1	10	14,5	4,8	15				7,9	25	12,95
056-1913-4	KLACKVÄGEN 25 BV	65	URUKALO, IVANA		8,8	10	26,2	14,1	15				22,9	25	22,75
056-1914-8	KLACKVÄGEN 25 1	37	O'HALLORAN, MELODY			10			15				0	25	12,95
056-1915-3	KLACKVÄGEN 25 1	65	GUSTAFSSON, LENA MARGARETA		9,3	10	29,5	21,5	15				30,8	25	22,75
056-1916-3	KLACKVÄGEN 25 2	37	ENGLUND, JIMMY		5,2	10	30,9	15,4	15				20,6	25	12,95
056-1917-4	KLACKVÄGEN 25 2	65	ALCAZAR RIOS, MARIAM		4,2	10	17,3	7,3	15				11,5	25	22,75
056-1906-1	KLACKVÄGEN 27 BV	37	WEMMENLÖV, MICHAEL		5,2	10	28,2	7,8	15				13	25	12,95
056-1907-4	KLACKVÄGEN 27 BV	65	SÖDERBERG, CARINA		7,5	10	26	17,1	15				24,6	25	22,75
056-1908-6	KLACKVÄGEN 27 1	37	HANSSON, EWA			10			15				0	25	12,95
056-1909-6	KLACKVÄGEN 27 1	65	HALLBERG, ÖSTEN			10			15				0	25	22,75
056-1910-5	KLACKVÄGEN 27 2	37	STOCKHOLMS STAD		8,2	10	-	12,2	15				20,4	25	12,95
056-1911-9	KLACKVÄGEN 27 2	65	WEIHS, ANGELA		8,1	10	30,5	15,7	15				23,8	25	22,75
056-1897-4	KLACKVÄGEN 29 BV	28	VIKBERG, CAROLINE			10			15				0	25	9,8
056-1898-6	KLACKVÄGEN 29 BV	27	OLSSON, KEVIN		12,1	10		19,6	15				31,7	25	9,45
056-1899-1	KLACKVÄGEN 29 BV	54	BOQWIST, OVE		8,6	10	24,9	13,1	15				21,7	25	18,9
056-1900-5	KLACKVÄGEN 29 1	28	WESTERGREN, MAGNUS		1,6	10		21,5	15				23,1	25	9,8
056-1901-3	KLACKVÄGEN 29 1	27	ABDUL KARIM, ISMAIL		4,9	10		8,4	15				13,3	25	9,45
056-1902-3	KLACKVÄGEN 29 1	54	ÖMAN, CARL			10			15				0	25	18,9
056-1903-4	KLACKVÄGEN 29 2	28	CARLSSON, HÅKAN		7,4	10		20,1	15				27,5	25	9,8
056-1904-1	KLACKVÄGEN 29 2	27	WISS, KLAS-GÖRAN		11,1	10		20,1	15				31,2	25	9,45
056-1905-6	KLACKVÄGEN 29 2	54	SCHÄFER, ANNA		9,9	10	36,5	13,5	15				23,4	25	18,9