

Rekorderlig Renovering

Demonstrationsprojekt för energieffektivisering i befintliga flerbostadshus från miljonprogramstiden

Slutrapport för
Konstnärsgillet 1 – Svenska Bostäder



Utarbetad av
Per Levin, Projektengagemang
Erik Andersson, Svenska Bostäder

Mars 2014

SAMMANFATTNING

Energianvändningen i bebyggelsen måste minskas för att bromsa dess negativa miljöpåverkan. I anslutning till Sveriges nationella miljömål God bebyggd miljö ska behovet av köpt energi halveras till år 2050 i förhållande till användningen 1995.

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.

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 många 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.

Syftet med BeBo-projektet "Rekorderlig Renovering", där detta projekt är en del, är att verka för att demonstrationsprojekt genomförs med målen att halvera byggnadens energianvändning.

Fastigheten Konstnärsgillet 1 består av två likadana byggnader med egna undercentraler. Byggnaden på Stora Sällskapetets väg 46 – 52 som är byggd 1964 och innehåller 70 lägenheter, ingår i RR-projektet och åtgärderna är tänkta att utformas så att de blir användbara för Svenska bostädernas fortsatta renovering av fastighetsbeståndet från miljonprogramstiden.

De genomförda åtgärderna har givit ca 23 % besparing, med en förbättring av energiprestandan från 123 till 95 kWh/m²A_{temp}, vilket är ca 15 kWh/m²A_{temp} högre än vad som var förväntat enligt energiberäkningarna.

Den största delen av skillnaden ligger på värmen. Tappvarmvattenanvändningen har minskat på grund av åtgärderna men VVC-förlusterna kan vara en post som underskattats i beräkningarna och som inte följts upp, men som troligtvis inte ändrat storlek. Fastighetelen har ökat markant efter åtgärder och ca 1 kWh/m²A_{temp} mer än förväntat.

En grads högre inomhustemperatur än förväntat, samt problem med avkylningen av frånluften innan FTX-aggregatet, kan tänkas utgöra ca 6 kWh/m²A_{temp} värme och ca 0,5 kWh/m²A_{temp} el. Den ökade värmen sommartid på uppskattningsvis 2 kWh/m²A_{temp} beror troligtvis på eftervärmning av tilluften. För denna finns också ökade värmedistributionsförluster mellan undercentralen och de fyra FTX-aggregaten. Givetvis påverkar även den uppmätta lägre temperaturverkningsgraden också energianvändningen, men den hade ju redan medräknats i den förväntade besparingen.

Åtgärderna blev dyrare än beräknat – speciellt ytterväggsisoleringen som drabbades av extra vinterkostnader. Detta gör sammantaget att åtgärderna inte betalas av energibesparingen. Ekonomin i åtgärderna skulle kunna förbättrats om underhållsbehovet varit så stort att kostnader för t.ex. fasadputsen inte skulle belasta energikalkylerna eller att kostnader för utbyte till likvärdiga fläktar och fönster som före åtgärd skulle kunna dras av.

INNEHÅLL

Förord	4
1. Inledning	5
Bakgrund	5
Syfte och Mål	5
Metod	5
2. Objektsbeskrivning	7
Beskrivning av byggnaden	7
Byggnadsteknik	8
Installationsteknik	8
Förbrukningsuppgifter, statistik	9
Övriga mätningar före åtgärd	9
3. Åtgärder	10
Åtgärder för att halvera energianvändningen	10
Genomförda åtgärder	10
Fuktanalys	15
Uppföljning	15
4. Åtgärds kostnader	16
5. Lönsamhetskalkyler	17
Kalkylförutsättningar för investeringar	17
7. Resultat	20
Energiprestanda före och efter	20
Varmvatten	22
Elanvändning	23
Ventilation - avfrostning	24
Erfarenheter från genomförandet – Ventilation	25
Erfarenheter från genomförandet - Vinterkostnader	25
Erfarenheter från genomförandet - Kvarboende	25
Drifterfarenheter – Boendeenkäter	25
Radon	26
8. Diskussion och slutsatser	27
Bilaga 1 Driftkort	28
Bilaga 2 Beräkningsindata	29
Bilaga 3 Bilder	30
Bilaga 4 Sektion och fasader	34

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. Svenska bostäders hus i Bredäng är ombyggt med fokus på energieffektivisering för att tjäna som gott exempel.

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!

Danderyd/Stockholm i mars 2014

Per Levin / Erik Andersson

1. INLEDNING

Bakgrund

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 förbättras.

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 många 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
- Termografering
- Tryckprovning
- Ekonomiska förutsättningar/budget

Analysarbetet har innehållit följande moment:

- Energiberäkningar som genomförts på samma sätt som för alla RR-projekt. Beräkningarna av byggnadernas befintliga skick har kalibrerats till inom 10 % avvikelse med hjälp av uppmätt fjärrvärme, fastighetsel och hushållsel före åtgärd. Därefter har åtgärdernas besparing beräknats. Indata redovisas i bilaga.
- Lönsamhetskalkyler som utgår från BeBos och Svenska Bostäders kalkylförutsättningar. Endast merkostnader för energibesparande åtgärder ska tas med i kalkylen.
- Fuktanalys har inte genomförts i detta projekt.

Uppföljning av åtgärder och ekonomi har genomförts med:

- Mätningar och uppföljning
- Redovisning av åtgärds kostnader.

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 Svenska bostäders ombyggnadsprojekt för kvarteret Konstnärsgillet. Rapporten fokuserar på effekterna och konsekvenser av insatser för ett 50 %-igt minskat inköp av energi.

2. OBJEKTSBESKRIVNING

Svenska bostäders fastighet Konstnärsgillet 1 är belägen i Bredäng utanför Stockholm. Karaktäristiskt för Bredäng är de enhetliga skivhus som utgör majoriteten av stadsdelens bostäder. Skivhusbebyggelsen sträcker sig till grönområdet närmast Mälaren. Största fastighetsägaren i området är Svenska Bostäder med bland annat 26 skivhus som byggdes 1963-65 (Översiktlig observationsstudie i Skärholmens stadsdelsområde, maj 2007).

Fastigheten Konstnärsgillet 1 består av två likadana byggnader med egna undercentraler. Byggnaden på Stora Sällskapets väg 46 – 52, byggd 1964, ingår i RR-projektet och åtgärderna är tänkta att utformas så att de blir användbara för Svenska bostäders fortsatta renovering av fastighetsbeståndet från miljonprogramstiden. Undercentralen är placerad på Stora Sällskapets väg 48, se driftkort i bilaga 1.



Figur 1 Balkongfasad för Stora sällskapets väg 46-52 före åtgärd.

Beskrivning av byggnaden

Huset har tio våningar inklusive källare och 4 trapphus med fönster. Alla trapphus har hiss och lägenhetsförråd finns i källarplan. Byggnaden har ingen tvättstuga. På taket ovanför varje trapphus finns hissmaskinrum och sugkammare med frånluftsfläktar. Lokalen består av ett kontorsutrymme på bottenvåningen.

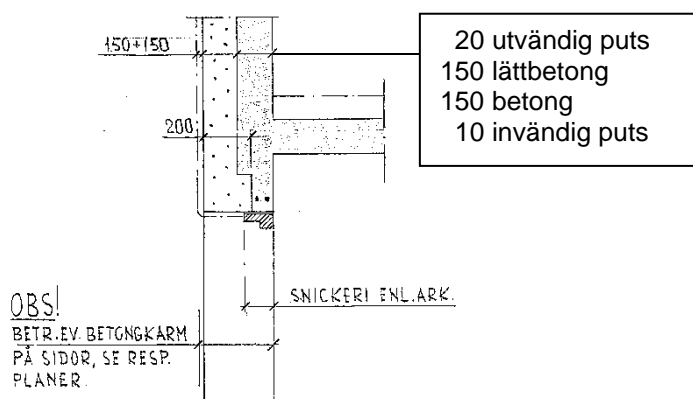
	Stora Sällskapets väg 46 – 52
Antal lägenheter	70
Area BOA, m ²	5228
Area LOA, m ²	193
Area A _{temp} , m ²	7295*

* Uppmätt på ritning.

Byggnadsteknik

Beskrivning av byggnadsteknik och material som ursprungligen använts.

Stomme	Bokhullestomme av betong med bärande tvärgående mellanväggar samt bärande pelare mellan fönstren och hela gavlar i betong.
Yttervägg	Ytterväggarna är uppbyggda med betong med 150 mm motgjuten lättbetong som värmeisolering och putsbärare.
Tak	Uppstolpade takstolar på vindbjälklag av betong. Värmeisolering med 170 mm mineralull med vindskyddspapp. Taket har lutning inåt mot en avvattningsränna. Taktäckning är av plåt.
Fönster	Kopplade tvåglasfönster av trä. Några badrumsfönster har bytts ut mot PVC-fönster.
Grund	Fribärande golv på mark med underliggande ca 100 mm lättklinkerisolering.



Figur 2 Ytterväggskonstruktion och bjälklagsanslutning.

Installationsteknik

Beskrivning av tekniska installationer före åtgärder.

Ventilation	Mekanisk frånluft (tryck- och temperaturreglerad) med vädrringsfönster.
Uppvärmning	Vattenburen värmedistribution i tvårörssystem. Fjärrvärme med egen undercentral i huset.
Tappvarmvatten	Fjärrvärme, egen undercentral i huset.

Förbrukningsuppgifter, statistik

Värme och varmvatten för referensår före åtgärd är uppmätt medelvärde för åren 2005-2007 och graddagskorrigerad. Tappkallvatten är uppmätt. Fastighetsel och hushållsel är uppmätta för år 2008.

Stora Sällskapets väg 46 – 52	
Värme och varmvatten, <i>MWh, normalårskorr.</i>	924
Fastighetsel, <i>MWh</i>	59
Energiprestanda, $\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	135 (127+8)
Hushållsel, <i>MWh</i>	197,6
Tappkallvatten, m^3	13 550
Tappvarmvatten, m^3	3659*

*Antaget till 27% av kallvattnet enligt Svenska Bostäder.

Byggnadens värmeenergi har avlästs under en lång period. Värme och varmvatten, *normalårskorrigerat, redovisas nedan för en 10-årsperiod.*

År	MWh	$\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
1999	900	123
2000	870	119
2001	863	118
2002	866	119
2003	889	122
2004	901	123
2005	895	123
2006	953	130
2007	922	126
2008	852	117
2009	846	116

Övriga mätningar före åtgärd

Uppmätta värden för luftläckning i 4 lägenheter, summa frånluftsflöde m.m. före åtgärd redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1 Redovsning av momentana mätningar före åtgärd.

Stora Sällskapets väg 46 – 52	
Luftläckning l/sm^2 vid 50Pa	Lgh 0679, 081203: 0,36 Lgh 0683, 081203: 0,31 Lgh 0016, 081203: 0,36 Lgh 0733, 081203: 0,52
Totalt frånluftsflöde	11 340 m^3/h (0,43 $\text{l}/(\text{sm}^2 A_{\text{temp}})$)
Termografering	Genomförd

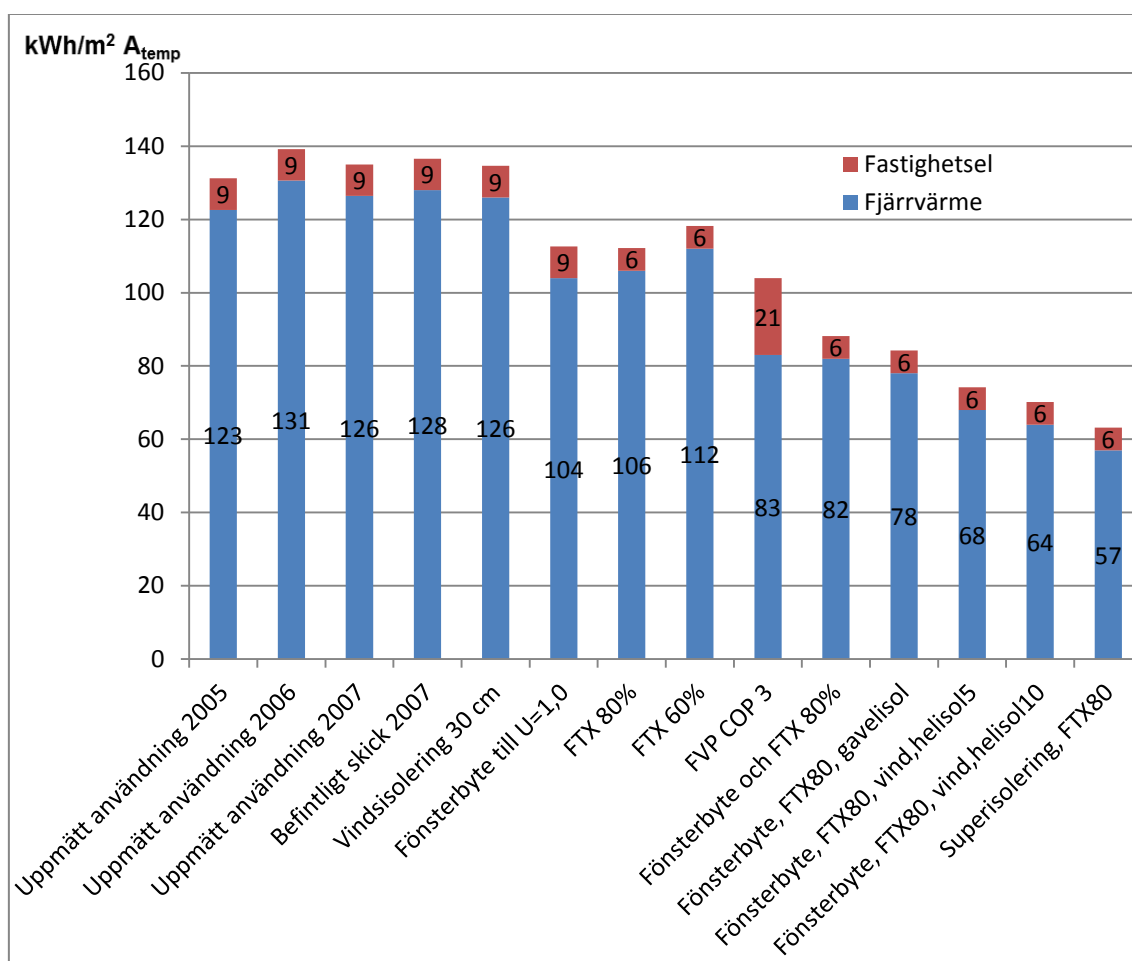
Luftläckning förelåg vid tätningslistor till befintliga fönster och balkongdörrar och påvisades även vid inklädnad av entrédörrar.

3. ÅTGÄRDER

Åtgärder för att halvera energianvändningen

Grundförutsättningen inför identifiering av åtgärder inom RR-projektet är att nå en 50 %-ig besparing, vilket ger ett energiprestandamål för Stora Sällskapetets väg 46 – 52 på 68 kWh/m².

Med de övergripande miljömålen för miljonprogrammen som bakgrund, gav förstudien beräkningsresultat för olika åtgärder som redovisas i figur 3. Detta låg sedan som underlag för beslut om vilka åtgärder som sedan genomfördes.



Figur 3 Inledande energiberäkning för Stora Sällskapetets v. 46 – 52 vilka åtgärder som krävs för att nå 50 %-målet.

Genomförda åtgärder

Nedan beskrivs vilka åtgärder som har genomförts i byggnaden under perioden.

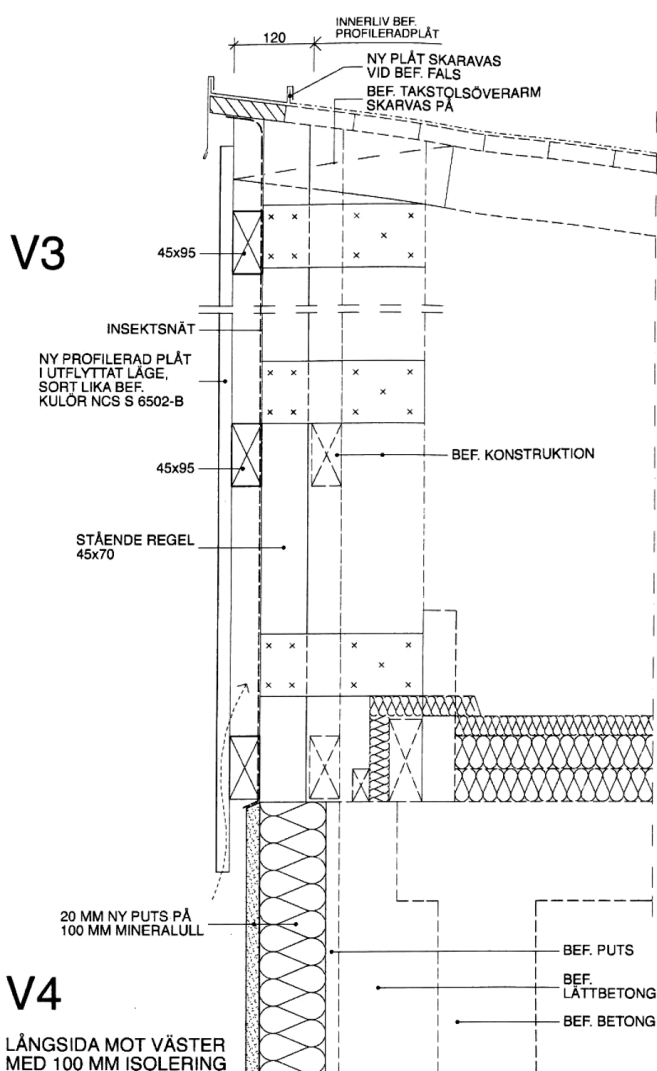
Följande åtgärder har genomförts i ett tidigare skede:

- ✓ Nya armaturer i trapphus med närvarostyrning (2009).
- ✓ Hissrenovering
- ✓ Badrums- och toalettrenoveringar

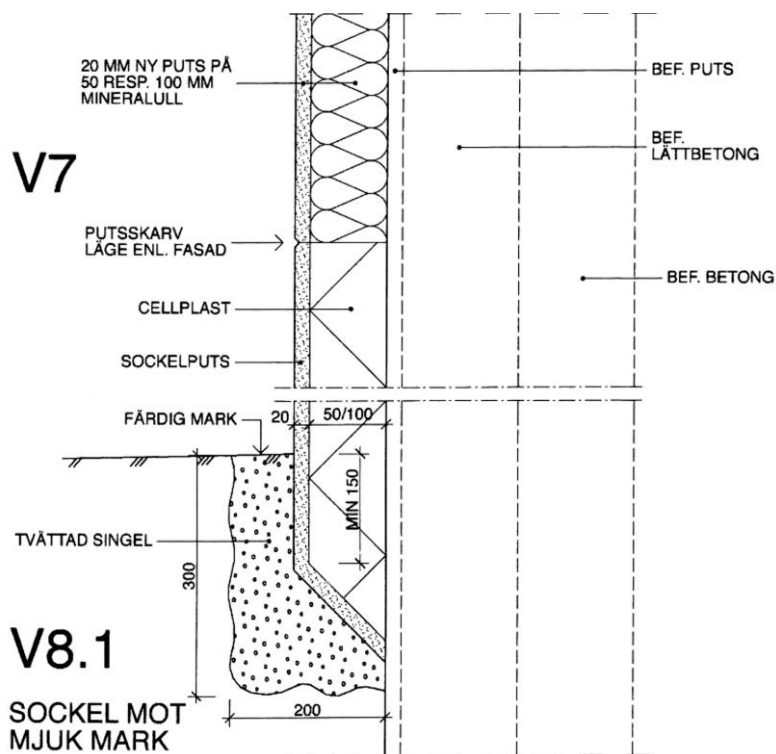
BeBo-projektets åtgärder påbörjades under hösten 2010 och var klara i maj 2011, inklusive en försening på ca 3 månader. Projektet utfördes som en generalentreprenad baserat på färdiga handlingar.

Värmeisolering

- ✓ Isolering av vindsbjälklag med 300 mm lösull
- ✓ Tilläggsisolering av en långsida yttervägg (balkongsida) med 50 mm mineralull samt båda gavlarna och den andra långsidan med 100 mm mineralull och puts på metallnät. Ny plåtinklädnad vid takfot.
- ✓ Tilläggsisolering av socklar med cellplast 50/100 mm med puts på metallnät, ner till 15 cm under marknivå (till marknivå vid hårdgjorda ytor).



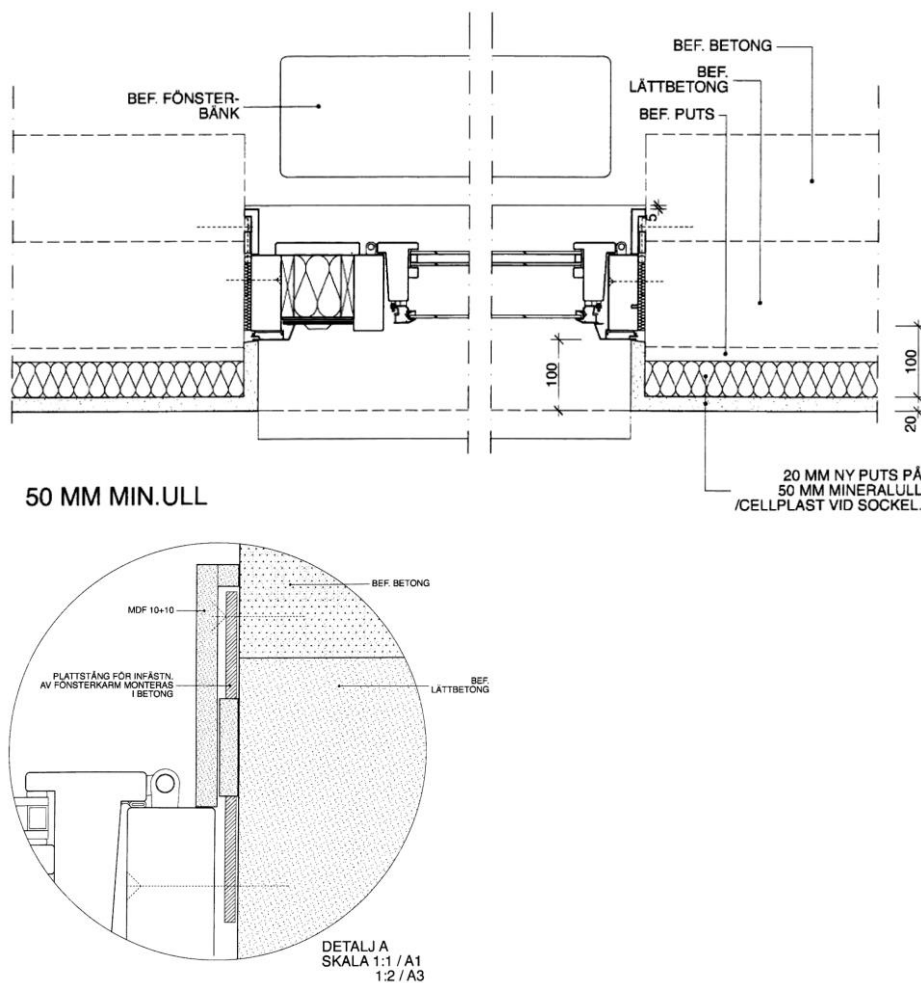
Figur 4 Detalj av tilläggsisolering vid takfot (exkl. lösull på vindsbjälklaget).



Figur 5 Anslutning sockelisolering mot mark.

Fönster & dörrar

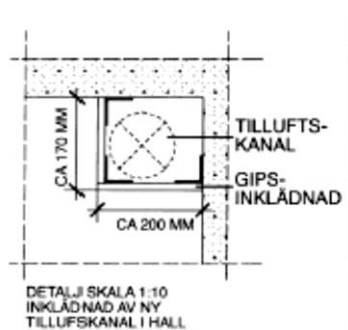
- ✓ Nya träfönster, med U-värde $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, utflyttade motsvarande tilläggsisoleringens tjocklek.
- ✓ Fönsterpartier vid balkong och balkongdörrar utbytta.
- ✓ Ytterdörrar på markplan bytta
- ✓ Entreparti återställs till ursprungligt utseende.



Figur 6 Anslutning av tilläggsisolering vid fönster, samt beslag för infästning vid utflyttning av nya fönster.

Ventilation

- ✓ FTX –aggregat med motströmsväxlare, 4 st, installerade i befintliga sugkammare. Separat forceringsfläkt.
- ✓ Montage av tilluftskanaler i sopnedkast (med ”strumpa”), trapphus och lägenheter.
- ✓ Installation av spiskåpor med ”kryddhylleskåp”
- ✓ Injustering av ventilationssystemet.
- ✓ Ny styrutrustning för ventilation.



Figur 7 Inklädnad av tilluftskanal i hall.

Värme

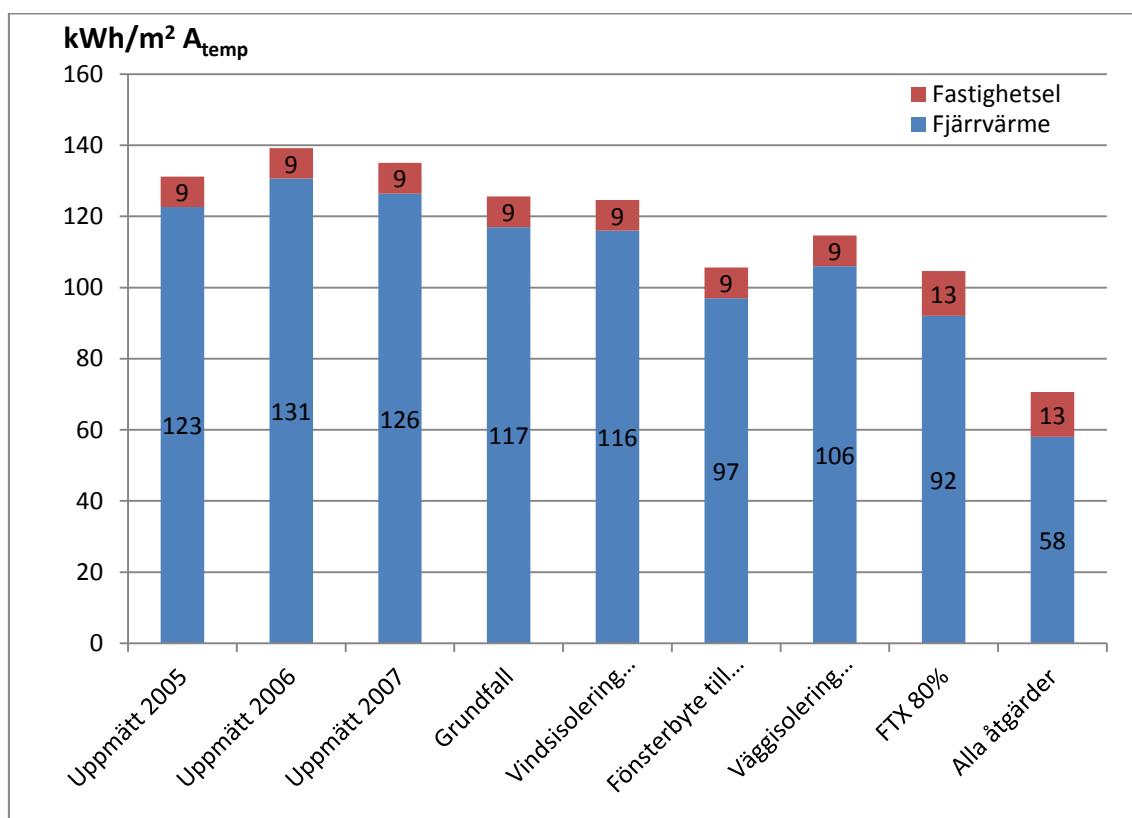
- ✓ Byte av stam-, radiator- och termostatventiler
- ✓ Injustering av värmestammar.
- ✓ Byte av undercentral (2010)

Varmvatten

- ✓ Vattenspar: Perlatorer, packningar, toalettinsats (2010)

Energiberäkningarna för *genomförda* individuella åtgärder och åtgärdspaketet redovisas i figur 8. Indata redovisas i bilaga 2.

Beräkningen av genomfört åtgärdspaket ger en förväntad energiprestanda av 80 kWh/m² (71 enligt figur 8). Skillnaden beror på att energiberäkningen (grundfall) låg ca 9 kWh/m² lägre än uppmätt energianvändning. Beräknad besparing ska då subtraheras från uppmätt energiprestanda. Åtgärdspaketet motsvarar 41 % besparing.



Figur 8 Beräknad energianvändning för genomförda åtgärder, beräknat från beräkningen av befintligt skick 2007.

I den mån uppgifter fanns tillgängliga, baseras beräkningen på uppmätta indata. För hushållselen finns uppmätta värden. För tappvarmvatten antogs flödet som andel av uppmätt kallvatten och tappvarmvattenenergin har beräknats med antagandet att det åtgår 55 kWh/m³ att värma vattnet. Luftläckning har antagits till 0,4 l/s, m² baserat på de mätningar som redovisats i tabell 1. I beräkningarna är ingen besparing på driftel medräknad (förutom SFP-talet).

Fuktanalys

Åtgärderna förväntades inte innebära några speciella fuktrisker, varför ingen fuktanalys har genomförts.

Uppföljning

För att följa upp genomförda åtgärder finns följande mätutrustning installerad:

- Värmemängdsmätning för byggnaden.
- Värmemängdsmätning av eftervärmning i ett FTX-aggregat (fjärrvärme).
- Mätning av tappvarmvatten- och kallvattenflöde för byggnaden.
- Mätning av temperaturverkningsgrad m.m. på 4 FTX-aggregat (fjärravläsning).
- Mätning av el till 1 FTX-aggregat.
- Elmätning av driftel till byggnad.
- Temperaturmätning i några lägenheter genom referensgivare.

Boendeenkäter enligt Aktivbo genomförs regelbundet varje år.

4. ÅTGÄRDSKOSTNADER

Nedanstående tabell visar beräknade och uppföljda kostnader för genomförda åtgärder. Redovisade siffror är beräknad investeringskostnad från Svenska Bostäders LCP-beräkning före åtgärd som jämförs med verkligt utfall. Beräknad totalkostnad var 22 450 000 inkl. moms jämfört med 26 900 000 som blev det verkliga utfallet, dvs ca 20 % dyrare. I utfallet ingår byggherrekostnader och asbestsaneringskostnader för skivor i fönsterpartier vid balkonger. Kostnader är inklusive moms och har avrundats i redovisningen i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Kostnader för energiåtgärder, dels beräknade av Svenska bostäder (LCP), dels verkligt utfall (inklusive moms).

	Hela huset LCP	per lgh LCP	Utfall hela huset	Utfall per lgh
FTX	5 961 000	85 000	7 186 000	102 700
Byte av fönster	7 387 000	105 000	6 315 000	90 200
Isolering av vindsbjälklag med 300 mm lösull	294 000	4 200	273 000	3 900
Utvändig tilläggsisolering av yttervägg 100/50 mm	8 738 000	124 800	13 135 000	187 600
Summa	22 450 000	319 000	26 908 000	384 400

Fönsterbytet är en dyr åtgärd men blev billigare än beräknat. I detta fall var fönsterbytet en ren energiåtgärd, varför hela fönsterkostnaden belastar kalkylen. Speciellt blev tilläggsisoleringen av yttervägg dyrare än beräknat. Detta på grund av att förseningar medförde extra vinterkostnader för att värma upp luften innanför presenningen för att få tillräckligt varmt för putsningen.

Projektet genomfördes som en utförandeentreprenad mot färdiga handlingar, varför projekteringskostnader för åtgärderna också belastar projektet.

5. LÖNSAMHETSKALKYLER

Den teoretiska beräkningen kommer ofta i konflikt med den ekonomiska verkligheten för bostadsföretaget. Det finns många 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.

Kalkylförutsättningar för investeringar

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. I praktiken har det visat sig vara svårt att kunna skilja dessa kostnader från varandra.

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

Svenska bostäders beslut om genomförda åtgärder baseras på nedanstående kalkylförutsättningar, vilka jämförs med de som används inom BeBo, se tabell 3.

Tabell 3 Beräkningsförutsättningar för lönsamhetskalkyler för Svenska bostäder och BeBo.

		AB Svenska Bostäder	BeBo
Livslängd installationsåtgärder	år	40	15
Livslängd byggtekniska åtgärder	år	40	40
Elpris	kr/kWh	1,38	1,20
Real elprisökning	% / år	5	2
Fjärrvärmepris	kr/kWh	0,77	0,80
Real fjärrvärmeprisökning	% / år	4	1
Inflation	% / år	0	0
Realt ändrade underhållskostnader	% / år	0	0

Inga ökade hyresintäkter på grund av det förbättrade inomhusklimatet har kunnat realiseras.

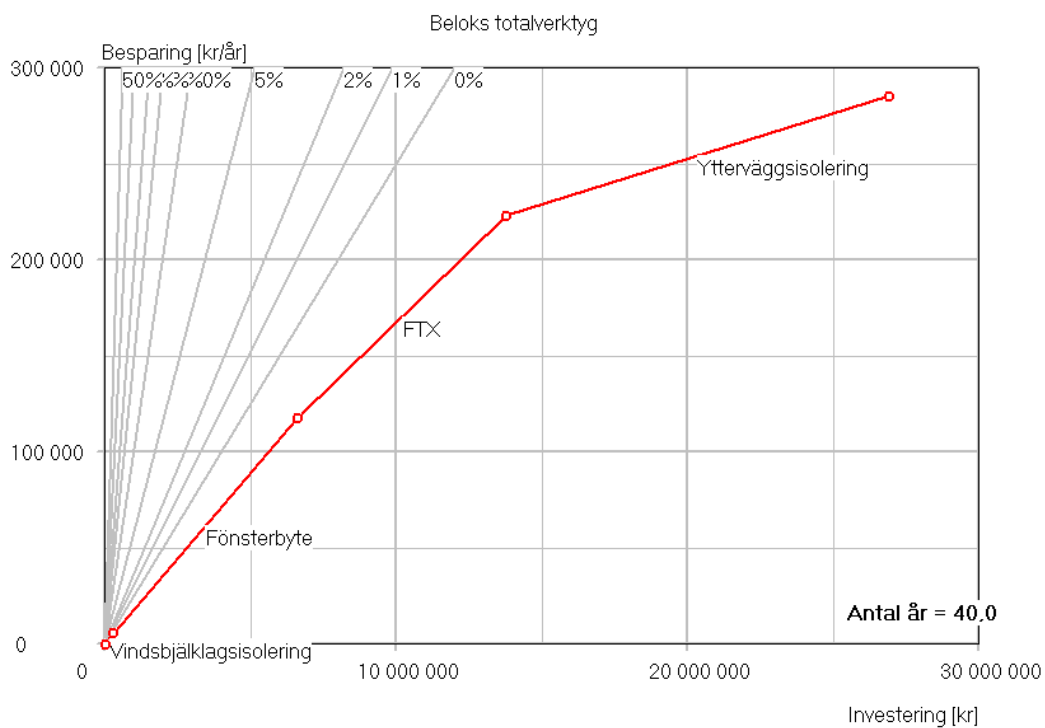
Kalkylresultat för de olika åtgärderna med förutsättningar enligt BeBo redovisas i tabell 4 nedan.

Tabell 4 Beräknad tåld investering och nuvärde för demonstrationsbyggnaden utgående från åtgärdernas beräknade kostnadsbesparing (LCC) enligt BeBos och Svenska Bostäders kalkylförutsättningar.

Stora sällskapets väg 46-52 Svenska Bostäder						
	Fjärrvärme, kWh/m ² år	Fastighets- el, kWh/m ² år	Besparing, kWh/m ² år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	125	8,6	1	368 875	273 000	95 875
Fönsterbyte	106	8,6	20	3 873 184	6 315 000	-2 441 816
Ytterväggs- isolering	115	8,6	11	2 213 248	13 135 000	-10 921 752
FTX	101	12,6	21	3 184 635	7 186 000	-4 001 365
Åtgärds- paketet	67	12,6	43	9 455 505	26 908 000	-17 452 495

Stora sällskapets väg 46-52 BeBo						
	Fjärrvärme, kWh/m ² år	Fastighets- el, kWh/m ² år	Besparing, kWh/m ² år	Tåld investering, kr	Verklig investering, kr	Nuvärde, kr
Ny vinds- isolering	125	8,6	1	231 021	273 000	-41 979
Fönsterbyte	106	8,6	20	2 425 723	6 315 000	-3 889 277
Ytterväggs- isolering	115	8,6	11	1 386 128	13 135 000	-11 748 872
FTX	101	12,6	21	2 193 889	7 186 000	-4 992 111
Åtgärds- paketet	67	12,6	43	6 121 251	26 908 000	-20 786 749

Beräkning av åtgärdernas internräntor med Beloks totalverktyg har utförts med resultat enligt figur 9.



Figur 9 Internräntediagram för åtgärdspaketet för Stora sällskapets väg 46-52, med Svenska Bostäders kalkylförutsättningar.

7. RESULTAT

I detta kapitel redovisas resultat från uppföljningen för de mer än två år som har förflutit sedan åtgärderna färdigställdes, vilka jämförs med förhållandena före åtgärd. I tabell 5 sammanfattas uppmätta värden före och efter åtgärd. I det följande visas mer detaljerade resultat.

Tabell 5 Uppmätta värden före och efter åtgärd för Stora Sällskapet väg 46-52. Areor avser A_{temp} , förutom luftläckning som avser A_{om} . Uppvärmningsenergin är normalårskorrigerad.

	Före åtgärd	Efter åtgärd
Uppvärmningsenergi kWh/m ² (exkl. tappvarmvatten)	(2009): 82,0	(2012): 55,9
Tappvarmvattenenergi kWh/m ²	(2009): 34,0	(2012): 25,1
Tappvarmvatten m ³ /lgh,år	(2009): 64,4	(2012): 47,6
Tappkallvatten m ³ /lgh,år (enbart kallvatten)	(2009): 72,5	(2012): 87,9
Hushållsel kWh/m ²	(2009): 27,4	(2012): 26,4
Fastighetsenergi kWh/m ²	(2009): 7,1	(2012): 13,6
Fläktel kWh/m ²	(2009): 4,0**	(2012): 7,8*
Energiprestanda kWh/m ²	(2009): 122,9	(2012): 94,5
Luftläckning l/s,m ² vid 50 Pa	Lgh 679: 0,36; Lgh 683: 0,31 Lgh 16: 0,36; Lgh 733: 0,52	Ej uppmätt
Frånluftsflöde, l/s	3150	2320
Termografering	Genomförd	Ej genomförd
Temperaturverkningsgrad för FTX-aggregat	-	Uppmätt månadsmedel dec 13-jan 14: 81 %

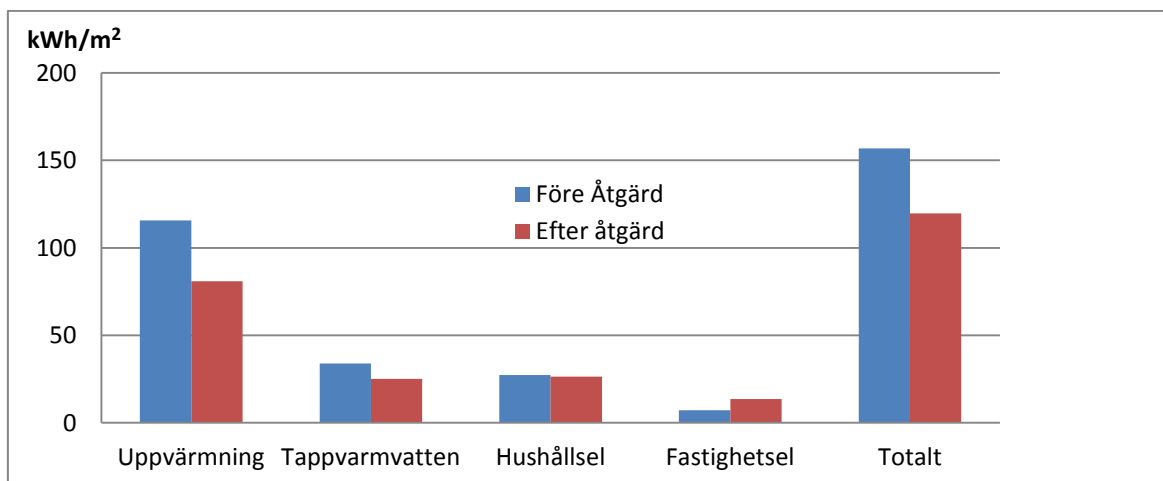
* Beräknat utifrån uppmätt månadsvärde för ett av de fyra fläktarnas apparatskåp.

** Beräknat utifrån momentan effektmätning 2009. Något osäkert värde.

Energiprestanda före och efter

Energiprestandan för normalår har förbättrats från 123 till 95 kWh/m² A_{temp} , dvs ca 23 %. Om referensnivån som gällde i projektets inledningsskede används, 135 kWh/m² A_{temp} , hamnar besparingen på ca 30 %.

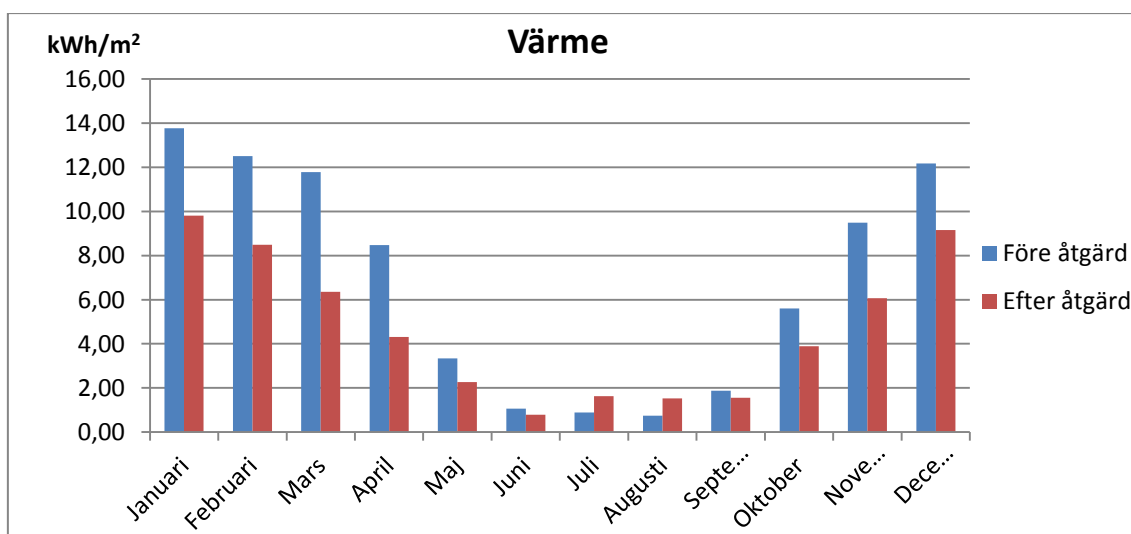
Den förväntade besparingen var dock högre, och ca 15 kWh/m² A_{temp} fattas för att komma till målet. Av differensen utgör ca 14 kWh/m² A_{temp} värme och varmvatten och 1 kWh/m² A_{temp} fastighetsel. I figur 10 redovisas förändringarna i de olika användningsposterna mellan före och efter genomförande av åtgärderna. Andra uppföljningsåret, 2013, försämrades energiprestandan något, till 101 kWh/m² A_{temp} . Orsaker till detta samt förändringarna i delposterna redovisas mer i detalj i följande text och diagram.



Figur 10 Förändring av olika delposter mellan före och efter åtgärd (2009 och 2012). I diagrammet är uppvärmning inklusive tappvarmvatten och totalen innehåller hushållsel.

Värme

Uppmätt normalårskorrigerad värme exklusive tappvarmvatten har minskat med 26 kWh/m² A_{temp}. Siffrorna avser fjärrvärme med avdraget tappvarmvatten. Månadsvis användning visas i figur 11. Värmen har minskat mycket vintertid men ökar något sommartid på grund av förvärmningen på tilluften.



Figur 11 Värme exklusive tappvarmvatten för 2009 och 2012.

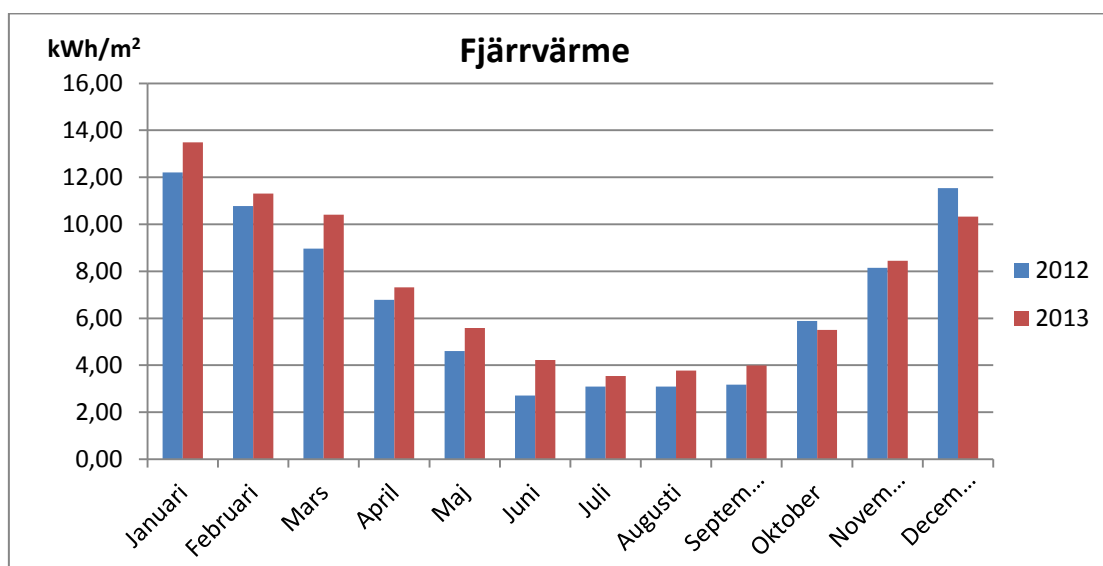
Uppmätt normalårskorrigerad eftervärme till ett ventilationsaggregat var för 2013 ca 15 700 kWh, vilket uppräknat till fyra aggregat motsvarar ca 9 kWh/m²A_{temp}. Siffran är osäker på grund av att forceringsfläktarna gått olika mycket, vilket påverkar luftflödenas temperatur genom FTX-aggregaten, och således behovet av eftervärmning.

Uppmätt inomhustemperatur i två referenslägenheter var ca 21,5 °C under december 2012, vilket var något över förväntad nivå. Dock är underlaget mycket litet för att kunna uttala sig om hela byggnadens inomhustemperatur. En grads förändring i innetemperaturen motsvarar enligt energiberäkningarna ca 3 kWh/m² samt 0,5 kWh/m² el för cirkulationspumpar.

Tilluftstemperaturen har justerats upp något under 2013 och ligger på ca 21-21,5 °C. En grads höjning av tilluftstemperaturen betyder ca 1,5 kWh/m² för eftervärmaren men kompenseras av 1 kWh/m² minskning av radiatorvärme.

Problem med avkylning av frånluften på vägen från lägenheterna till aggregatet har förekommit. Sugkammare har tätats samt baksug i forceringsfläktarna åtgärdats. Dock kvarstår en viss sänkning av frånlufttemperaturen vilket troligtvis beror på avkylning i kanaler på vindsbjälklaget samt inläckning av uteluft i kanaler och sugkammare. En grov uppskattning baserat på temperaturmätningar om 3 graders sänkning av frånlufttemperaturen, ger 1,6 graders sänkning av tilluften som behöver eftervärmas. Enligt ovan skulle då eftervärmningen grovt räknat öka med ca 2,5 kWh/m² (1,6*1,5).

I figur 12 visas månadsvis uppföljning av fjärrvärmens för 2012 och 2013. Som syns har värmen ökat totalt sett, även om det i slutet av året används mindre 2013 än 2012. Orsaker till ökningen kan vara den tidigare höjningen av tilluftstemperaturen samt att ventilationsflödena fick justeras om (och upp) i slutet av 2012.

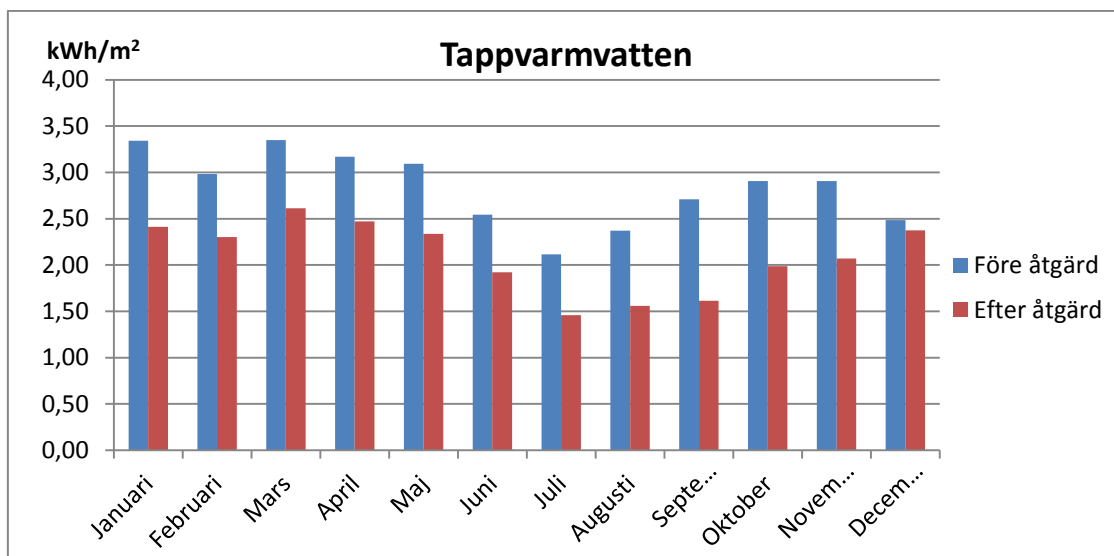


Figur 12 Normalårskorrigerad fjärrvärme för 2012 och 2013 (inklusive tappvarmvatten).

Varmvatten

Ergianvändningen för tappvarmvatten, som visas i figur 13, har minskat ca 25 % på grund av åtgärderna samtidigt som kallvattnet varit i princip oförändrat. 2013 års tappvarmvatten har inte kunnat fastställas på grund av problem med mätaren.

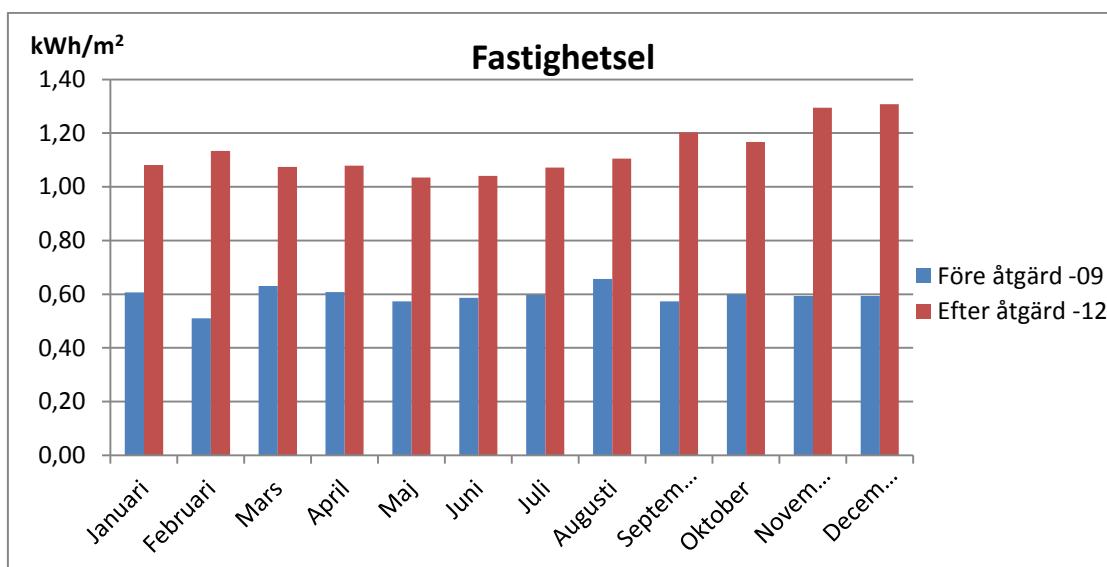
Några små lokaler i byggnaden byggdes om till bostäder, vilket borde innebära en ökning av vattenanvändningen. Detta kan skönjas för kallvattnet, men syns inte på varmvattnet.



Figur 13 Beräknad energianvändning för tappvarmvatten före och efter åtgärder (2009 resp 2012). Tappvarmvattenenergin har beräknats utifrån volymmätning (antal m³ gånger 55).

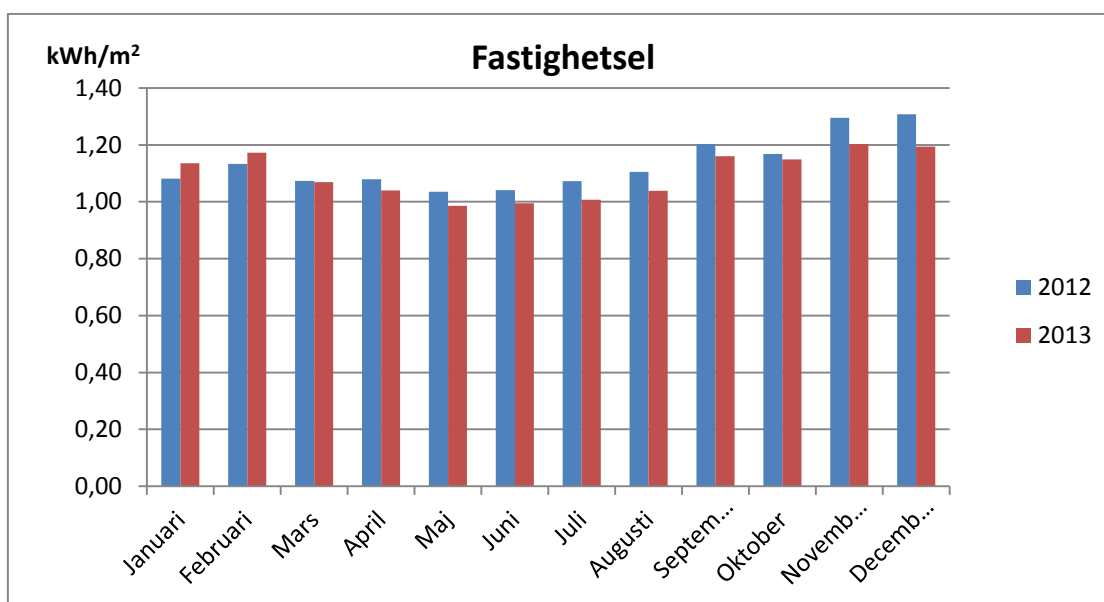
Elanvändning

Elanvändningen har ökat kraftigt mellan före och efter åtgärd, se figur 14. De fyra frånluftsfläktarna som ursprungligen fanns har ersatts med fyra FTX-aggreget, fyra forceringsfläktar samt fyra pumpar för eftervärmningskretsar och fyra apparatskåp. Den största delen av ökningen av fastighetselen går att förklara med ökad elanvändning för ventilationsfläktar och nya pumpar enligt ovan.



Figur 14 Månadsvis elanvändning för fastighetsdrift före och efter åtgärd.

2013 har elen minskat med ca 0,5 kWh/m². Månadsvis användning redovisas i figur 15. Minskningen beror bl.a. på att hjälpfläktarna för forcering delvis stängts av och att undertrycket i sugkamrarna minskats.

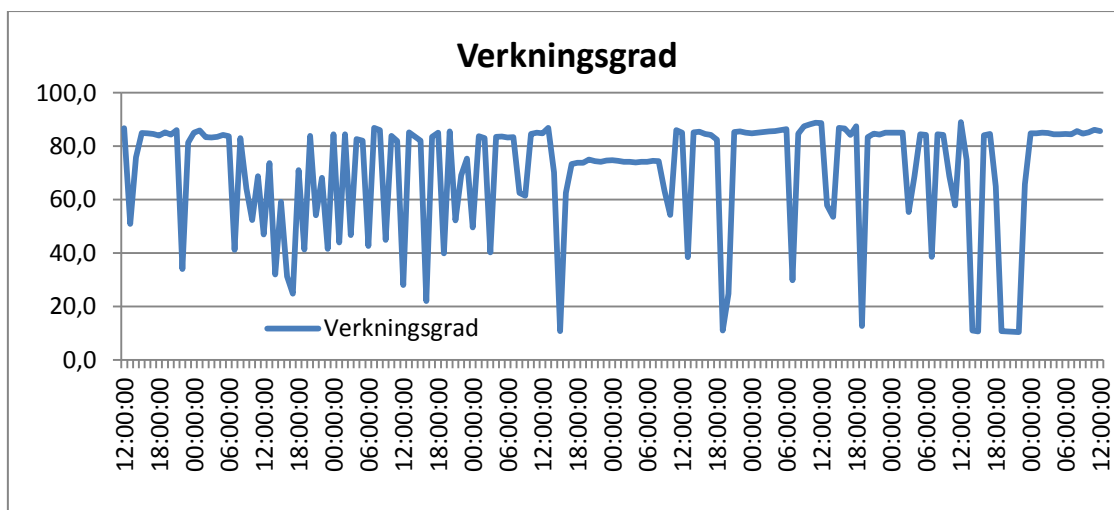


Figur 15 Månadsvis elanvändning för fastighetsdrift för 2012 och 2013.

Ventilation - avfrostning

Temperaturverkningsgraden för FTX-aggregatet, i detta fall en s.k. motströmsvärmeväxlare, påverkas av hur mycket avfrostning som behövs samt luftflödesbalansen och tryckförhållandena. Här styrs avfrostningen av en tryckgivare som reagerar när trycket i kanalerna i värlarpaketet ökar, vilket indikerar trängre kanaler på grund av igenfrysning. Loggning av temperaturverkningsgrader på alla aggregat sker kontinuerligt via styrsystemet i byggnaden.

Vid varmare utetemperaturer ligger uppmätta temperaturverkningsgrader mellan 85 och 90 % för de olika aggregaten. När det blir kallare, under ca minus 3-4 grader, går avfrostningsfunktionen in och medför försämrade återvinning. I figur 16 nedan redovisas uppmätt temperaturverkningsgrad för ett av aggregaten under en kall vintervecka i januari 2014, där medelvärdet på temperaturverkningsgraden sjönk till ca 70,4 % från tidigare ca 86 %. Medeltemperatur under veckan var ca -6,5 °C. För hela månaden registrerades en temperaturverkningsgrad på 80,9 %.



Figur 16 Uppmätt timvis temperaturverkningsgrad på ett av FTX-aggregaten (LB03) under en vintervecka (140111-140118).

I beräkningarna användes en temperaturverkningsgrad på 80 %, varför avfrostningen i detta fall inte ändrar den förväntade energibesparingen.

Erfarenheter från genomförandet – Ventilation

Håltagning i sugkamrarna för tilluft samt för att kunna montera aggregaten var tvunget att utföras genom den platsgjutna betongen, som då delvis ersattes av en lätt konstruktion. Vissa luftläckage förekom vid genomföringar samt att luften gick baklänges genom hjälpfläktarna. Efter entreprenaden rådde också ojämna och för höga undertryck i sugkamrarna. Tätningsåtgärder genomfördes och ventilationen justerades om (gjordes efter ca 1,5 års drift) och därefter kunde undertrycket i sugkamrarna minskas. Fortfarande sker en viss avkylning av frånluften innan FTX-aggregatet, vilket tidigare nämnts.

Det tog också lång tid innan mätarna kopplades upp till systemet.

Erfarenheter från genomförandet - Vinterkostnader

Försenade arbeten på fasaden gjorde att putsarbetena inte kunde slutföras innan vintern, vilket också innebar att stora mängder värme behövde tillföras innanför presenningen för färdigställandet.

Erfarenheter från genomförandet - Kvarboende

Svenska bostäder hade ambitionen att genomföra åtgärderna med kvarboende under byggnadstiden, och att störa hyresgästerna och deras balkonganvändning så lite som möjligt. Därför påbörjades åtgärderna efter sommaren, då ställning monterades och byggnaden inkläddes med presenning. Projektplanen var att åtgärderna skulle slutföras i februari månad, men förseningar gjorde att det inte blev färdigt förrän i maj. Förutom olägenheter med den långa tiden med utvändigt presenning, var leveransen av termostatkropparna till radiatorerna försenade vilket innebar att värmen inte kunde justeras in. Ventilationen var också avstängd lång tid på grund av installationen av FTX-aggregatet. Resultatet blev hög inomhustemperatur, begränsad ventilation, samt att många hyresgäster inte vågade öppna fönstren på grund av byggnadsställningen.

Drifterfarenheter – Boendeenkäter

Boendeenkäter enligt AktivBo genomförs av Svenska Bostäder varje år. Här redovisas två frågor hur nöjda hyresgästerna är med dels lägenhetstemperaturen vintertid, dels ventilation och luftkvalitet. Fyra svar är möjliga: mycket nöjd/nöjd/missnöjd/mycket missnöjd. Resultat visas i tabell 6 nedan.

Tabell 6 Andel nöjda eller mycket nöjda vid boendeenkät (%).

Lägenhetstemperatur vinter	2009	2013	Anm.
Hela Konstnärsgillet (2 hus)	29,6	55,2	
St Sällsk v 48	37,5	66,7	Ca hälften mycket nöjda
Ventilation och luftkvalitet			
Hela Konstnärsgillet (2 hus)	69,2	66,7	
St Sällsk v 48	62,5	66,7	

Stor förbättring verkar ha skett avseende lägenhetstemperaturer vintertid enligt enkäteresultaten, vilket också borde vara fallet eftersom uteluftsintagen försvunnit och

hela klimatskärmen har förbättrats till i princip nybyggnadsstandard. Det är också möjligt att inomhustemperaturen ökat något. Tilluftstemperaturen har varit ställd på ca 21 till 21,5 grader och enligt de tre referensgivarna har det varit ca 21,5 grader i de lägenheterna. För ventilation och luftkvalitet märks inte förbättringen så mycket på enkätsvaren, men här har man hela tiden legat på en större andel nöjda hyresgäster. Inga vädringsfrågor har ställts i enkäten.

Radon

Radonmätningar har också genomförts. Efter åtgärderna ligger medelvärdet för 7 lägenheter på ca 42 Bq/m³ med ett max på 90 Bq/m³. Vissa problem har tidigare funnits i huset, framförallt på nedre våningsplanet, där ca 900 Bq/m³ uppmättes (2005). Efter installation av radonsug och tätningsåtgärder sjönk värdet till 170 Bq/m³.

8. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

De genomförda åtgärderna har givit ca 23 % besparing, med en förbättring av energiprestandan från 123 till 95 kWh/m²A_{temp}, vilket är ca 15 kWh/m²A_{temp} sämre än vad som var förväntat enligt energiberäkningarna, 43 kWh/m²A_{temp}. Om ursprungligt referensår använts, skulle besparingen hamnat på ca 30 %.

Den största delen av skillnaden ligger på värmen. Tappvarmvattenanvändningen har minskat på grund av åtgärderna men VVC-förlusterna kan vara en post som underskattats i beräkningarna och som inte följts upp, men som troligtvis inte ändrat storlek genom åtgärderna. Fastighetelen har ökat markant efter åtgärder och ca 1 kWh/m²A_{temp} mer än förväntat.

En grads högre inomhustemperatur än förväntat, samt problemet med avkylningen av frånluften innan FTX-aggregatet, kan med stöd av energiberäkningar tänkas utgöra ca 6 kWh/m²A_{temp} värme och ca 0,5 kWh/m²A_{temp} el. Den ökade värmen sommardag på kanske 2 kWh/m²A_{temp} beror troligtvis på eftervärmning av tilluften. För denna finns också ökade värmedistributionsförluster mellan undercentralen och de fyra FTX-aggregaten. Givetvis påverkar även den uppmätta lägre temperaturverkningsgraden också energianvändningen, men den hade ju redan medräknats i den förväntade besparingen.

I Svenska Bostäders nya ombyggnadsprojekt sätt betydligt fler referensgivare för lägenhetstemperaturer in, för att förbättra injusteringen och intrimningen.

Åtgärderna blev dyrare än beräknat – speciellt ytterväggsisoleringen som drabbades av extra vinterkostnader. Detta gör sammantaget att det åtgärderna inte betalas av energibesparingen. Ekonomin i åtgärderna skulle kunna förbättrats om underhållsbehovet varit så stort att kostnader för t.ex. fasadputs inte skulle belasta energikalkylerna eller att kostnader för utbyte till likvärdiga fläktar och fönster som före åtgärd skulle kunna dras av.

BILAGA 1 DRIFTKORT

Distrikt: SB SKÄRHOLMEN
Förvaltningsomr: 394
Bostadsomr: BREDÅNG
Kontaktkommite: 102

DRIFTKORT 1

ORIENTERING

Datum: 930618 Rev:

Adress: ST SÄLLSKAPETS VÄG 48
Objekt/Panncentral: 3930100
Objekt/Undercentral: 3930145
Maskinist: BÖRJE KRANTZ
Sign: E.J.

OBJ.NR. 39413

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- Drifkort 1 Orientering
- Drifkort 2:1 Undercentral
- Drifkort 2:2 Undercentral forts.
- Drifkort 3:1 Driftanläggning
- Drifkort 3:2 Driftanläggning
- Drifkort 3:3 Driftanläggning
- Drifkort 3:4 Driftanläggning
- Drifkort 4 Ventilation
- Journål UC
- Symboler och beteckningar

ELRUM OCH UC

ELRUM i källare: Kontaktorer för fränluftsfaktorer FF50 och FF52 + övrig fastighetel.
EL i cykelrum: Kontaktorer för fränluftsfaktorer FF46 och FF48 + övrig fastighetel.
UC i källare: Kontaktorer och märkning för pumpar och övrig utrustning i undercentral.

TL

Taklucka för takinspektion i uppgång närmast entreddör.

FF

Fränluftsfaktorer för bostads- och lokalventilation placerade i taktrum. F-system.
Fläkttrum nås via trappa från plan 8 i respektive trappuppgång.
(Fläktsfaktorer för entreventilation ut drif.)

KULVERT

Märkad till byggnad.
Värmeprimär avstängning i UC.
Kallvatten ink. avstängning i källare (ledning från HUS 12).

⊕ = Avstängning. ⊖ = Kulverttrum. ⊗ = Måttare.

SKYDDSRUM

Stora sällskapets väg 48.

8
7
6
5
4
3
2
1
ENTREPLAN EL CYKELRUM
SKYDDSRUM UC

SEKTION

Kvarter	Husnr	Adress	Vår	Lgh	m2	Lokal	m2	Värmgar. m2	Summa m2	Ac/Uc	TA	FF	Ann/Noteringar
KONSTNÄRSGILL1	13	ST SÄLLSKAPETS V 46	8	17	1359	1	93		1452			1	
KONSTNÄRSGILL1	13	ST SÄLLSKAPETS V 48	8	18	1227				1227	1		1	
KONSTNÄRSGILL1	13	ST SÄLLSKAPETS V 50	8	17	1333	2	38		1371			1	
KONSTNÄRSGILL1	13	ST SÄLLSKAPETS V 52	8	17	1309	1	67		1376			1	
SUMMA				69	5228	4	198		5426	1		4	BYGGÅR 1964-65

BILAGA 2 BERÄKNINGSINDATA

		Stora Sällskapets väg 46 – 52	
		Före åtgärd	Efter åtgärd
A_{temp}	m ²	7 295	7 295
Omslutande area	m ²	5 407	5 407
Glasarea	m ²	655	655
U-värden och areor:	W/m ² K / m ²		
Yttervägg		0,76/2270	0,24/0,37/2270
Källarvägg		0,48/372	0,48/372
Tak		0,21/600	0,084/600
Fönster		2,8/786	1,0/786
Grund		0,38/600	0,38/600
Dörrar		1,5/140	1,5/140
Köldbryggor	W/K	571	286
Ventilation, grundflöde	m ³ /h	11340 ¹	11340
Specifik läckning, 50 Pa	l/m ² ,s	0,4 ¹	0,4
Tappvarmvatten	kWh/år	197 100 ²	182 000 ²
Hushållsel	kWh/år	199 000 ¹	199 000 ¹
Fastighetsel	kWh/år	64 000 ¹	95 000 ¹

- 1) Uppmätta värden
- 2) Beräknade värden
- 3) Uppgifter från Svenska Bostäder
- 4) Antagna värden

BILAGA 3 BILDER



Bild över närområdet med demobyggnaden markerad.



Fasadbilder före åtgärder.



Fasadåtgärder och vindsisolering.



Fasader efter åtgärd.



Gammal fläkt i sugkammare (dock ny motor).



Nytt aggregat med hjälpfläkt för forcering samt apparatskåp och "filterbyteutrymme".



Ny termostatventil utan känslkropp.



Inklädd tilluftskanal.



Utnyttjat sopnedkast för kanaldragning.



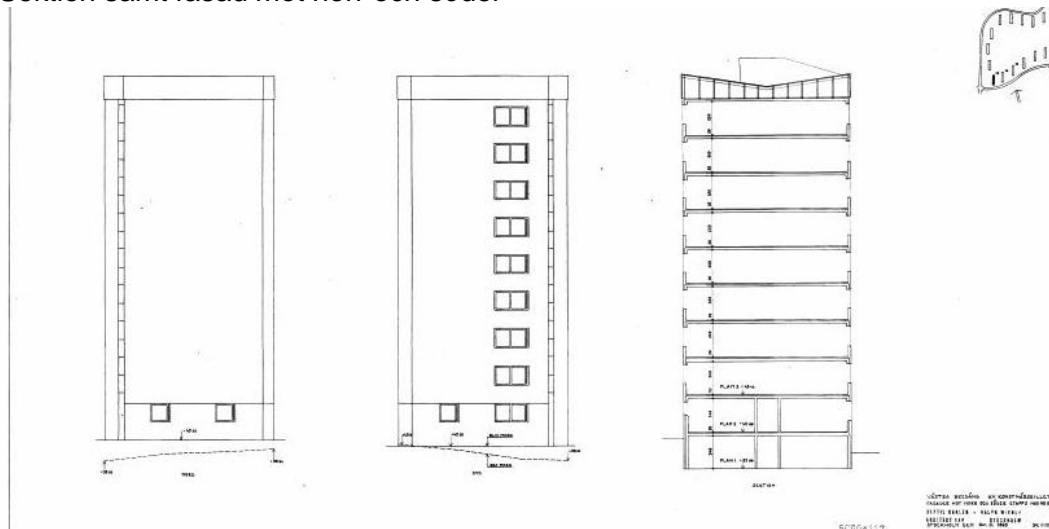
Sänkt undertak i tapphus.



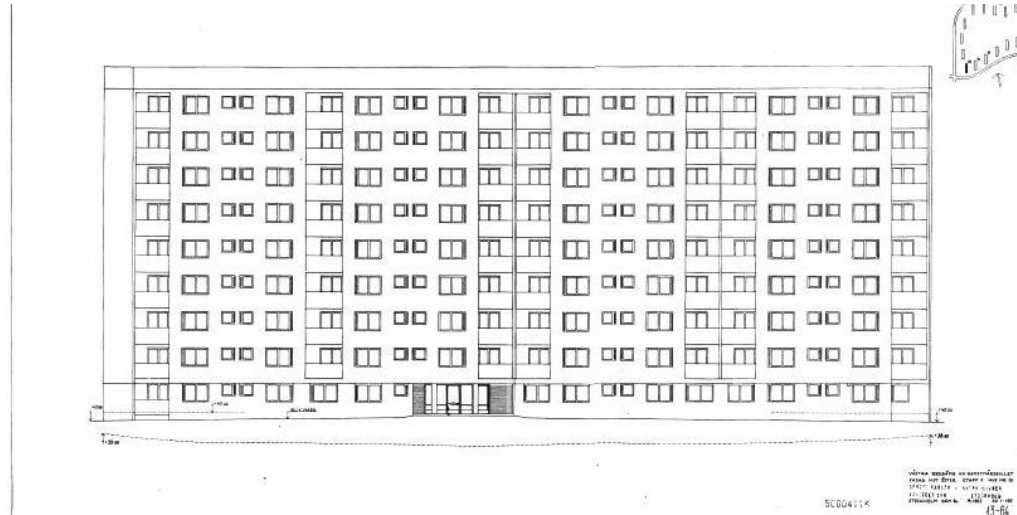
Tilluftskanal tvärs korridor på entreplan.

BILAGA 4**SEKTION OCH FASADER**

Sektion samt fasad mot norr och söder



Fasad mot öster



Fasad mot väster

