

Rekorderlig Renovering

Utvärdering och verifiering av energiprestanda i
flerbostadshus efter omfattande renovering

Brf Storruven, Stockholm



Utarbetad av

Jens Penttilä

Peter Ericsson

...

WSP Sverige

Stockholm, november 2015

BESTÄLLARGRUPPEN BOSTÄDER

Beställargruppen bostäder, BeBo, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och fastighetsägare/förvaltare av flerbostadshus. BeBo initierades 1989 av Energimyndighetens föregångare 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.

SAMMANFATTNING

Brf. Storuvén byggdes år 1967-1968 och består av två bostadshus (Hornsgatan 88 och Brännkyrkagatan 77) skilda av en innergård men sammanlänkade via ett plan med lokaler och ett garageplan. I gatuplan mot Hornsgatan hyr Specsavers och McDonalds lokaler. År 2013-2014 genomfördes omfattande renovering av husen och tillbyggnad av 4 vindslägenheter i bostadshuset på Brännkyrkagatan 77. Inför nybyggnad av vindslägenheterna studerades möjligheten att bygga om ventilationen och få bort frånluftsfläkten på vinden. Brf. Storuvén valde att installera nya FTX-system i båda bostadshusen. I samband med detta genomfördes stambyten och våtrumsrenovering samt en rad energieffektiviseringsåtgärder

Ett förfrågningsunderlag upprättades för ombyggnad av ventilationen och omfattade bl.a. följande delar.

- Nya FTX-system (fläktstyrda från- och tilluftssystem med värmeåtervinning) för båda bostadshusen med plattvärmväxlare. Temperaturverkningsgrad min. 80 % (upphandling).
- Nya till- och frånluftskanaler som betjänar lägenheterna på Brännkyrkagatan 77 (upphandling).
- TF ventilation för garage ersattes med ett FTX-aggregat (roterade värmväxlare).
- Frånluftsfläkt som betjänade McDonalds byttes och ett vätskekopplat värmeåtervinningssystem installerades.

I övrigt installerades nya energieffektiva fönster, nya hissar samt närvarostyrd LED-belysning i trapphus och garage.

De nya lägenheterna skulle uppfylla BeBos godhetstal på energieffektivitet vad avser bl.a. värmeisolering, lufttäthet och värmeåtervinning.

Ett nytt övervakningssystem installerades för uppföljning av åtgärder. Övervakningssystemet har dock visat sig ej uppfylla den ställda funktionskravspecifikationen på ett tillfredsställande sätt. Detta har gjort det svårt att göra en bra uppföljning då loggning av centrala parametrar saknas.

Denna utredning syftar till att utvärdera de genomförda åtgärderna ur ett energiperspektiv, undersöka hur inomhusklimat och komfort har förändrats samt identifiera tekniska problem som rör energiperspektivet.

Den specifika energianvändningen enligt energideklaration före åtgärder uppgick till 172 kWh/m²,år varav fastighetsel var 18 kWh/m²,år. De genomförda energiberäkningarna visar att den specifika energianvändningen före åtgärder bestämdes till 168 kWh/m² och år och efter till 83 kWh/m²,år varav elanvändningen bestämts utgöra 12 kWh/m²,år. Fjärrvärmeeffektiviteten har minskat med drygt 50% medan elanvändningen minskat med ca 10%. Beräkningar stämmer väl överens med uppmätt verklig normalårskorrigerad energianvändning före och efter åtgärder.

Restaurangen McDonalds har mycket stora luftflöden vilket inneburit att en stor del av energibesparingen (40 %) kommer från värmeåtervinningen ur McDonalds frånluft. Målet med projekten inom Rekorderlig Renovering är att minska energianvändningen med 50 %. Detta mål har i stort sett uppnåtts om man inkluderar samtliga åtgärder. Däremot har inte lika stor besparing uppnåtts om man enbart ser till de åtgärder som utförts i de två bostadshusen.

Det kvarstår vissa problem efter genomförda åtgärder som behöver lösas.

- VVC-kretsen har visat sig hålla låg returtemperatur vilket ökar risken för legionella. Temperaturminskningen över kretsen har vid mätningar visat sig vara cirka 10 °C. Temperaturen på kallvattnet blir tidvis hög. Orsakerna är bristfällig rörisolering och att handdukstorkar är inkopplade på VVC-kretsen för samtliga ursprungliga lägenheter.
- Några boende upplever att tilluften för in partiklar och smuts. Detta beror troligtvis på att det i vissa fall har använts gamla frånluftskanaler för tilluft.
- Täthetsprovningar och termografering visar att det förekommer luftläckage vid ytterväggspartier och kring fönster.
- I några lägenheter har kondens på insidan av de nya fönstrens ytterglas tidvis observerats. Det kan bero på luftläckning och obalans i ventilationen.
- I de nybyggda lägenheterna har ventilationsaggregat installerats som inte uppfyller de ställda kraven på temperaturverkningsgrad.
- Temperaturmätningar antyder dels skillnader i temperaturer mellan lägenheter dels att innetemperaturen är förhållandevis hög. En injustering av värmesystemet kunde vara lämpligt.

Styrelsen berättar att flera boende tycker att huset fått bättre inneklimat och att FTX tillsammans med energieffektiva fönster inneburit att det nu är möjligt att även vintertid sitta nära fönster utan att uppleva kallras. Dessutom har lägenheterna blivit tystare genom de nya fönstren och borttagning av tilluft genom springventiler i fönstren.

Sammantaget är genomförda åtgärder mycket positiva från energibesparingsynpunkt men vissa problem kvarstår att lösa.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	3
1 FÖRORD	6
2 INLEDNING	6
2.1 BAKGRUND	6
2.2 PROJEKTGRUPP	7
2.3 OBJEKTSBESKRIVNING FÖRE OMBYGGNAD OCH RENOVERING	7
2.4 GENOMFÖRDA ENERGIEFFEKTIVISERINGSÅTGÄRDER	7
2.5 TILLBYGGNAD AV LÄGENHETER	8
3 SYFTE	11
4 GENOMFÖRANDE	11
4.1 ENERGIBALANSBERÄKNINGAR FÖRE OCH EFTER ÅTGÄRDER	11
4.2 BERÄKNING AV BESPARINGAR MED NYA VENTILATIONSSYSTEM OCH NYA FÖNSTER	12
4.3 UPPMÄTT ENERGIANVÄNDNING	13
4.4 GENOMFÖRDA MÄTNINGAR	13
4.4.1 Mätning av luftflöden	13
4.4.2 Täthetsprovning	13
4.4.3 Termografering	14
4.4.4 Bestämning av varmvattenanvändning	15
4.4.5 Mätning av temperaturer och relativ luftfuktighet inomhus	15
5 RESULTAT	15
5.1 RESULTAT AV ENERGIBALANSBERÄKNINGAR	15
5.2 UPPMÄTT VÄRMEÅTGÅNG FÖRE OCH EFTER ÅTGÄRDER	16
5.3 BERÄKNADE BESPARINGAR AV NYA VENTILATIONSAGGREGAT OCH FÖNSTER	19
5.4 LUFTBEHANDLING	20
5.5 VARMVATTENANVÄNDNING OCH VVC-FÖRLUSTER	21
5.6 RESULTAT AV MÄTNINGAR AV LUFTTÄTHET, TEMPERATUR OCH TERMOGRAFERING	23
5.6.1 Lufttäthet	23
5.6.2 Termografering	24
5.6.3 Varmvattenanvändning	25
5.6.4 Innetemperatur och fukthalt	25
6 DISKUSSION AV RESULTAT	27
6.1 BESPARINGAR FÖR NYTT VENTILATIONSAGGREGAT OCH NYA FÖNSTER	28
7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	29
8 ÖVRIGT	30
BILAGA 1 ENERGIBERÄKNING (VIP-ENERGY 3.0.3)	31
BILAGA 2 MÄTVÄRDEN, UTSKRIFT FRÅN DUC	32
BILAGA 3 TÄHETSPROVNING OCH TERMOGRAFERING	36
BILAGA 4: TÄHETSPROVNING PROTOKOLL	50
BILAGA 5 LUFTTÄHETSPROVNING, NYA LÄGENHETER	56
BILAGA 6 LUFTFLÖDEN, LÄGENHETER	66

1 FÖRORD

Energianvändningen i bebyggelsen måste minskas för att minska dess negativa miljöpåverkan. Behovet av köpt energi ska enligt Riksdagsbeslut halveras till år 2050 i förhållande till 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.

Under 2013 drev Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva bostäder, BeBo, kampanjen Halvera Mera. I kampanjen fick fastighetsägare bidrag för att genomföra en förstudie där de visade på möjligheter att energieffektivisera enligt konceptet Rekorderlig Renovering, som är utvecklat av BeBo. Konceptet går ut på att välja ett åtgärds paket som halverar energianvändningen vid renovering av byggnaderna. För att klara detta är det nödvändigt att ta ett helhetsgrepp och hitta en kombination av energieffektiviserande åtgärder där de mest kostnadseffektiva åtgärderna kan vara med och betala för åtgärder som kanske inte skulle ha valts som en enskild åtgärd. Totalt sett ska dock hela åtgärds paketet vid ombyggnaden vara så kostnadseffektivt att det uppfyller rimliga lönsamhetskrav.

Halvera Mera 2.0 genomförs av Energimyndigheten som en fortsättning av BeBo's kampanj. Det övergripande målet med Halvera Mera 2.0 är att främja utvecklingen av energismarta renoveringar i flerbostadshus, som kan minska energianvändningen med 50 procent, och på så sätt bidra till Sveriges minskade energianvändning fram till 2020 och 2050.

2 INLEDNING

2.1 Bakgrund

WSP har fått i uppdrag att utvärdera och verifiera energiprestanda och inneklimat efter omfattande renovering och tillbyggnad för två byggnader som tillhör bostadsrättsföreningen Storuven. Bostadsrättsföreningen i Stockholms innerstad omfattar två huskroppar (Hornsgatan 88 och Brännkyrkagatan 77) åtskilda av en innergård men sammanlänkade genom ett butiksplan samt garage- och källarlokalerna. Föreningen bestod innan ombyggnaden av 47 lägenheter. Huset på Brännkyrkagatan 77 har fått en tillbyggnad av fyra vindslägenheter ovanpå huset. Antalet lägenheter efter ombyggnaden är sålunda 51st. Husen byggdes i slutet av 60-talet och är relativt typiska miljonprogramshus. I källarvåningarna som går under båda husen finns bl.a. två affärslokaler med McDonald's och Specsavers som hyresgäster samt garage. Affärslokalerna har entréer i gatuplan mot Hornsgatan.

Energiprestanda enligt energideklaration från 2009 är 172 kWh/m²,år varav el uppgår till 18 kWh/m²,år. Energianvändningen bedöms som högre än för jämförbara hus.

Underlag till utredningen i form av fjärrvärmeanvändning och elförbrukning har erhållits från FORTUM och Brf Storuven.

En undercentral för värmesystemet (fjärrvärme) som betjänar de båda byggnaderna inklusive de uthyrda lokalerna finns i källaren.

2.2 Projektgrupp

Sonny Andersson	WSP, Projektledare mätning och utvärdering
Jens Penttilä	WSP, Mät- och utvärderingsingenjör
Emil Kolvik	WSP, Mätning
Peter Ericsson	WSP, Examensarbetare, Uppsala Universitet

2.3 Objektsbeskrivning före ombyggnad och renovering

Storruven

Adress:	Brännkyrkagatan 77, Hornsgatan 88 118 23 Stockholm
Tomt areal:	1425 m ²
Byggår:	1967-1968



Hus A (Hornsgatan 88)

Antal våningar	6
1 rok:	8 st
4 rok:	12 st
Totalt lgh:	20 st

Hus B (Brännkyrkagatan 77)

Antal våningar	7
1 rok:	3 st
3 rok:	24 st
Totalt lgh:	27 st

BOA:	3783 m ²
LOA:	1058 m ²
A _{temp}	5783 m ²
Parkeringsplatser i garage:	41 st

Anm. Efter ombyggnad finns 31 lgh i hus B, Brännkyrkagatan 77, BOA är 4095 m² och A_{temp} är 6136 m².

2.4 Genomförda energieffektiviseringsåtgärder

Uppgifter om åtgärder som genomförts vid renoveringen har erhållits och beskrivits av Brf Storruven.

I samband med tillbyggnad av vindslägenheter genomfördes en rad energieffektiviseringsåtgärder. Innan åtgärder bestod ventilationssystem av mekanisk frånluft för lägenheter och garage. Tilluft togs in genom springventiler i fönster. För de uthyrda lokalerna för McDonalds och Specsavers fanns till- och frånluftsventilation utan återvinning. De energieffektiviseringsåtgärder som genomfördes var att frånluftssystemen för garage och lägenheter ersattes med FTX-system. Till viss del byggdes nya tilluftkanaler. Ett vätskekopplat återvinningssystem installerades för ventilation av McDonalds. Utöver ombyggnaden av ventilationssystemet byttes fönster och nya energieffektivare hissar samt närvarostyrd LED-belysning installerades i allmänna utrymmen 2015. De tillkommande lägenheterna på Brännkyrkagatan 77 skulle uppfylla Bebos godhetstal för energieffektivitet

I samband med åtgärderna genomfördes dessutom bl.a. stambyte och våtrumsrenoveringar, samt modernisering av förrådsutrymmen. Dessutom stängdes sopnedkassen och ersattes med avfallskvarnar och ett nytt soprum i gatuplan för att underlätta sophantering.

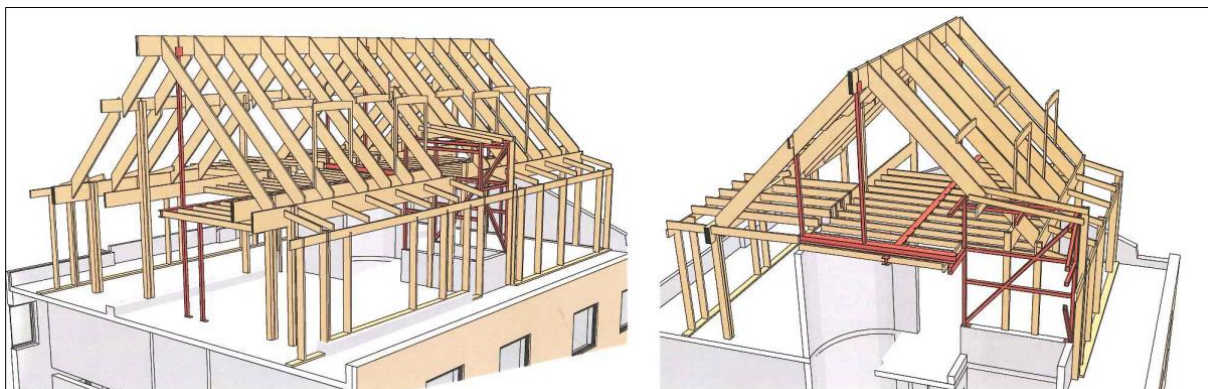
Ytterväggarna i husen är av tidstypisk konstruktion och består huvudsakligen av tegel med isolering av mineralull och uppskattas ha ett U-värde kring $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Huset mot Brännkyrkagatan har dock en något annorlunda uppbyggd fasad som vetter mot söder. Denna har till viss del ett utvändigt fasadskikt av tegel som övriga ytterväggar, men till viss del består den av en plåtfasad. I dokument från stadsbyggnadsexpedition framgår att isoleringen här är tunnare än i övriga ytterväggar och beräknas ha ett U-värde på ca $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Innan renoveringen hade byggnaderna 2-glasfönster, vars U-värde uppskattas till $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Den enda förändringen till följd av renoveringen då det kommer till klimatskalet är att fönster och balkongdörrar byttes ut mot energieffektivare varianter som enligt offert från fönstertillverkaren Mockfjärds har ett totalt U-värde på $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. De tillkommande lägenheterna på Brännkyrkagatan innebär att yttertaket har väsentligt bättre värmeisolering än innan ombyggnad. Tillbyggnaden innebär också fler fönster och tillkommande ytterväggsarea.

2.5 Tillbyggnad av lägenheter

Tillbyggnaden av 4 lägenheter ($4 \times 79 \text{ m}^2$) utfördes med BeBo's godhetstal¹ som krav. Varje ny lägenhet är utrustad med ett eget FTX-aggregat, vars temperaturverkningsgrad minst ska vara 80 % enligt krav i upphandlingen. I samband med tillbyggnaden förlängdes de två hissarna i Brännkyrkagatan så att de nya lägenheterna också nås med de nya hissarna.

¹ "Energirelaterade godhetstal för flerbostadshus – Ombyggnad" juli 2013



Konstruktionsprincip för tillbyggnad av nya lägenheter på befintligt tak

Tillbyggnadens övriga krav:

- Lufttäthet 0,4 l/s,m² vid ±50 Pa.
- Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden (A_{om}), högst 0,4 W/m²K.

Byggnadsdel	U-värde W/m ² K
Golvbjälklag (mot uppvärmd yta)	0,25
Tak	0,12
Yttervägg (och alla byggdelar mot kalla utrymmen) Anm. U_m -kravet är styrande	0,1-0,15
Fönster, balkongdörrar	1,0

- Ventilation med lägenhetsvisa FTX-aggregat med grundflöde 0,35 l/s,m² (ca 0,5 oms/h) vilket är min krav enligt BBR. Värmeåtervinningsgrad minst vara 80%.
- Golvvärme ansluts till befintligt värmesystem. Systemtemperatur +60°C/45°C, golvvärme shuntas till max 30°C. Badrum med handukstork och golvvärme kopplat till el.
- Kall- och varmvattenarmaturer av snålspolande typ. Varmvattencirkulation ansluts till befintligt system.

Tillbyggnaden bidrar till ökad energianvändning, en ökning som dock bedöms vara liten till följd av de hårt ställda kraven på energieffektivitet. Dock är inte kraven på lufttäthet och verkningsgrad för FTX helt uppfyllda.

Kravet på lufttäthet för tillbyggnaden har inte uppfyllts enligt täthetsprovning av de fyra nybyggda lägenheterna som gjorts av ByggMiljöGruppen (BMG Roland Blomquist AB). En sammanfattning av mätresultaten visas nedan. Luftläckningen för de provade lägenheterna är långt över kravet om 0,4 l/s,m² vid ±50 Pa. Lufttäthetsprovningsrapporten finns i sin helhet i bilaga 5. I denna bilaga redovisas väsentliga täthetsbrister och var dessa detekterats.

Medelvärde på uppmätta luftflöden vid 50 Pa under- respektive övertryck motsvaras av nedanstående luftläckning för de provade lägenheterna:

Lägenhet 48 = 1,7 l/s m² vilket motsvarar: 6,25 m³/h m²


Lägenhet 49 = 2,1 l/s m² vilket motsvarar: 7,79 m³/h m²

Lägenhet 50 = 2,0 l/s m² vilket motsvarar: 7,37 m³/h m²

Lägenhet 51 = 1,5 l/s m² vilket motsvarar: 5,43 m³/h m²

Uppmätt luftläckning för de fyra nybyggda lägenheterna på Brännkyrkagatan 77 enligt provningsrapport från BMG Roland Blomquist AB. Se bilaga 5. Det bör noteras att omslutande area utgör den totala omslutningsarean för resp. lägenhet och sålunda inte enbart area mot uteluft.

En annan indikation på att kraven för tillbyggnaden inte har infriats är att temperaturverkningsgraden för de lägenhetsvisa FTX-aggregaten har en tabulerad verkningsgrad på 75% vilket är lägre än det ställda kravet på minst 80%. Hög luftomsättning bidrar också till ökad energianvändning. Grundflöde enligt de ställda kraven är 0,35 l/s,m², uppmätta flöden enligt OVK är ca 0,45 l/s,m². Ett flöde på 0,45 l/s,m² behöver inte vara fel utan kan bero på BBR krav som ska uppfyllas vid utformning av badrum, WC och kök.



TEKNISKA DATA

Eftervärmningsbatteri el	-fas/spänning	[50Hz/VAC]	1-fas, 230
	-effekt	[kW]	0,6
Fläktar frånluft	-fas/spänning	[50Hz/VAC]	1-fas, 230
	-effekt/ström	[W/A]	60/0,66
	-fläkthastighet	[min-1]	2300
tilluft	-effekt/ström	[W/A]	69/0,65
	-fläkthastighet	[min-1]	2300
Motor skyddsklass			IP-44
Temperaturverkningsgrad			75%
Max effektförbrukning		[kW/A]	0,729/4,01
Styrenhet			integrerad
Filter	till-/frånluft		F5/F5
Isolering		[mm]	20
Vikt		[kg]	41
Uppfyller ERP 2015			ja

Tekniska data PODVENT 2.0 lägenhetsvisa FTX-aggregat för de fyra nya lägenheterna. Ob-

servera att aggregatens temperaturverkningsgrad, 75 % enligt specifikationen inte uppfyller kravet, 80 %, som ställts för upphandlingen..

Då fullständigt underlag saknas, beräknas och uppskattas energianvändning till 85 kWh/m²,år där värme varmvatten och fastighetsel ingår (specifik energianvändning).

3 SYFTE

Energimyndigheten genom BEBO har beviljat ett anslag till Brf Storuven för att utvärdera effekterna av genomförda energieffektiviseringsåtgärder. Brf Storuven har enligt konsultkontrakt uppdragit åt WSP att genomföra utvärderingen.

Utvärderingens mål är att analysera och dokumentera energibesparingseffekter, funktioner och inomhusmiljö som följd av de åtgärder som nyligen genomförts. Denna rapport avser således arbete med utvärdering och jämförelse av uppmätt resultat med förväntat resultat baserat på beräkningar från förstudie.

4 GENOMFÖRANDE

För att analysera åtgärder och förväntade besparingar har statistik över energiåtgång från perioder före åtgärder och efter åtgärder sammanställts.

Den teoretiskt förväntade energibesparingen har beräknats med VIP-Energy 3.0.3 genom att jämföra energianvändningen för två byggnadsmodeller, vilka representerar byggnaderna i sin helhet före respektive efter de genomförda energieffektiviseringsåtgärderna. För att förenkla beräkningarna för de tillkommande nya lägenheterna har energianvändning uppskattas till 85 kWh/m²,år där värme varmvatten och fastighetsel ingår (specifik energianvändning).

Mätningar avseende inomhusklimat med loggning av temperatur och relativ luftfuktighet har skett under hösten 2014 och våren 2015 i fyra lägenheter.

Täthetsprovning och termografering har utförts på sex lägenheter vid ett tillfälle under uppvärmningssäsongen.

System för uppvärmning och ventilation har undersökts på plats och har via fjärrinloggning övervakats under uppvärmningssäsongen.

Hela avsnitt 4 (Genomförande) med underrubriker beskriver vad som undersökts och vilken arbetsmetod som använts. Resultat från mätningar och beräkningar presenteras i avsnitt 5.

4.1 Energibalansberäkningar före och efter åtgärder

För att utvärdera vilken teoretisk energibesparing de genomförda energieffektiviseringsåtgärderna har lett till, har beräkningar utförts med VIP-Energy 3.0.3. En modell har byggts upp som representerar byggnaderna i sin helhet före åtgärder. Modellen har kalibrerats för att motsvara uppmätt energianvändning från åren innan åtgärderna genomfördes.

För modellen ändrades sedan ingångsvärden för att likna byggnaderna med genomförda åtgärder.

Resultat från de båda beräkningarna används för att ta fram den teoretiska energibesparingen. Nedan presenteras indata till de båda energiberäkningarna.

Indata energiberäkning	Enhet	Byggnader före åtgärder	Byggnader efter åtgärder
A_{temp}	m^2	5 783	6 136 (inkl. tillbyggnad)
Temperaturer	C°	Lgh, 22 Butik, 21 Garage, 18	Lgh, 22 Butik, 21 Garage, 18
Yttervägg	W/m^2K	0,39 (0,6)*	0,39 (0,6)
Källarvägg	W/m^2K	0,31	0,31
Tak	W/m^2K	0,26	0,26 **
Fönster och balkongdörrar	W/m^2K	2,5	1,0
Grund/golv	W/m^2K	0,48	0,48
Balkongdörrar	W/m^2K	2,5	1,0
Köldbryggor	W/K	10% påslag på U-värde för fönster. Köldbryggor i fasader beräknas i VIP-Energy 3.0.3	10% påslag på U-värde för fönster. Köldbryggor i fasader beräknas i VIP-Energy 3.0.3
U_m	W/m^2K	0,65	0,49
Ventilation, grundflöde	$l/s, m^2$	Ca 0,35 för bostäder, i uthyrda lokaler betydligt större	Ca 0,37 för bostäder, i uthyrda lokaler betydligt större
Tappvarmvatten	kWh	Antas samma som efter åtgärder	84,9 MWh/år (uppmätt)
* Sydfasaden för Hus B som är av annan konstruktion än övriga fasader			
** Hänsyn har inte tagits till de påbyggda lgh på Brännkyrkagatan			

4.2 Beräkning av besparingar med nya ventilationssystem och nya fönster

Beräkningar har genomförts för att undersöka hur stor besparing varje enskild energieffektiviseringsåtgärd har resulterat i.

Väderdata från SMHI (stn. Bromma) för mätperioden september 2014 till januari 2015 har använts i beräkningarna. Ventilationsaggregatens driftförutsättningar har avlästs på föreningens Digitaliserade Under Central (DUC).

Vid jämförelse av ventilationssystemet med och utan åtgärder har köpt tillsatsvärme (fjärrvärme) i de båda fallen beräknats som en funktion av utetemperaturen. Det vill säga mängden tillsatsvärme för ventilationssystem utan värmeåtervinning och system med värmeåtervinning.

Beräkningarna genomfördes på samma sätt (dvs. baserade på väderdata från SMHI) för att undersöka inverkan av de nya bättre fönstren. Hänsyn togs till både transmissionsförluster och solinstrålning.

4.3 Uppmätt energianvändning

Den uppmätta energianvändningen och uppdelning på fjärrvärme och fastighetsel som redovisas i Avsnitt 5 (Resultat) har erhållits från Brf Storuven respektive Fortum.

Fjärrvärme

Redovisad användning av fjärrvärme är normalårskorrigerad och kommer från Fortum som också gjort normalårskorrigeringen (SMHI graddagar). Användning av fjärrvärme har enbart kunnat läsas totalt, ingen enskild mätare för exempelvis butiksplanets användning har funnits, inte heller för de nybyggda lägenheterna.

Fastighetsel

Uppmätt användning av fastighetsel har inhämtats från Fortum.

Varmvatten

Tappvarmvattenanvändning har uppmätts utifrån en ackumulativ mätare placerad i undercentralen. Tappvarmvattenanvändningen har avlästs vid ett antal tillfällen, varpå årsanvändningen har uppskattats utifrån detta. Värmeåtgången för tappvarmvatten har beräknats baserad på uppmätt volym och på temperaturmätningar.

4.4 Genomförda mätningar

Mätningarna av inomhustemperatur, relativ luftfuktighet, koldioxid har genomförts under uppvärmningsperioden hösten 2014 - våren 2015. Täthetsprovning och termografering utfördes vid tre tillfällen på sammanlagt sex lägenheter spridda i fastigheten.

4.4.1 *Mätning av luftflöden*

Luftflöden och temperaturskillnader mellan tilluft och frånluft vid ventilationsaggregaten har lästs av på plats vid ett antal tillfällen under uppvärmningssäsongen. De resultat som redovisas kommer från installerad mätutrustning.

4.4.2 *Täthetsprovning*

Bestämning av lufttäthet i sex lägenheter och termografering för spårning av förekommande otätheter har genomförts vid lämpliga utomhusförhållanden.

Följande mätutrustning samt metod har använts:

- Mätningen utfördes enligt den Svenska och Europeiska standarden SS-EN 13829 ”Byggnaders termiska egenskaper - Bestämning av byggnaders lufttäthet” med tät-

hetsprovningstrustning fabrikat Minneapolis Blower door med tillhörande datorprogram Tectite software 3.1.2.0

- Termograferingen utfördes med värmekamera Testo 880. Instrumentets mätosäkerhet uppges vara $\pm 2 \%$.

Mätförfarande

Samtliga tilluftsdon och frånluftsdon tätades. Tilluftsdonen förslöts med tejp eller luftfyllda gummiblåsor. Vattenlås fylldes och tätningar kontrollerades med indikeringsrök när lägenheten trycksatts.

Ytterdörren ersattes med en vindtät duk, uppspänd på en ram, i vilken fläktutrustningen monterades. Dukens anslutning och tätning till dörrkarmen kontrollerades med rök när lägenheten försatts under tryck. Genom flödesjustering av fläkten skapades enligt svensk standard både över- respektive undertryck i lägenheten i förhållande till tryckförhållandet utanför.

Beräkningsmetod enligt SS-EN 13829

Lufttätheten för byggnader är ofta komplicerat att bestämma. Varje lägenhet kan betraktas som en separat zon i byggnaden där lägenhetsavskiljande väggar, golv och tak fungerar som omslutande areor. I det här fallet används således lägenheternas totala omslutningsarea och inte enbart area mot uteluft.

För att undvika att luft sprids mellan lägenheterna, t ex matos och tobaksrök, rekommenderas det att varje lägenhet uppförs lika tät som byggnaden som helhet. Detta får till följd att den omslutande arean som redovisas vid täthetsprovningen avser således även lägenhetsskiljande areor. Detta är ett avsteg från BBR, men ger ett mer korrekt resultat avseende uppmätt lufttäthet då det under mätningen även projicerar en tryckskillnad över lägenhetsskiljande byggnadsdelar.

4.4.3 Termografering

Mätförfarande

Med termografering kan köldbryggor och ställen där luftläckning utifrån och in kan förekomma detekteras. Vid termograferingen skapades 50 Pa undertryck i lägenheterna med hjälp av täthetsprovningstrustningen. Då lägenheten har ett undertryck i förhållande till uteluften hittas otätheter där kall luft läcker in med hjälp av värmekameran. När uteluft strömmar in genom otätheterna kyls ytterväggens insida ner. Där nedkylda ytor kan påvisas och luftläckage kan misstänkas, kontrolleras luftrörelser med indikeringsrök för att ev. bekräfta luftläckagen. Detta görs också för att kunna skilja inverkan av köldbryggor från inverkan av luftläckning.

Fullständiga resultat från täthetsprovning och termografering finns i Bilaga 2.

Förutsättningar	
Lufttemperatur utomhus ett dygn före termografering	-3 till -2 °C
Solbestrålning ett halvt dygn före termografering	Natt

Solbestrålning under termografering	Växlande molnighet
Uppvärmning	Radiatorer

4.4.4 Bestämning av varmvattenanvändning

Kallvattenmängd som använts till varmvatten tillsammans med uppmätt temperatur på VVC-kretsen har använts för att beräkna värmeåtgång till varmvattenproduktion.

4.4.5 Mätning av temperaturer och relativ luftfuktighet inomhus

Fyra GSM-uppkopplade temperatur/RH/CO₂ -loggar placerades i utvalda lägenheter enligt tabell nedan. Loggning skedde med 5 minuters intervall under perioden 2014-10-17 till 2015-01-30.

Lägenheterna valdes i syfte att mätningarna skulle vara så representativa som möjligt för hela byggnaderna. Två mätare placerades i varje hus, en på något av de övre våningsplanen och en längre ned i vart och ett av husen.

Hus A (*Hornsgatan 88*)

Hus B (*Brännkyrkagatan 77*)

Logg nr	Hus	Placering
1	A	6 tr
2	B	1 tr
3	B	4 tr
4	A	1 tr

5 RESULTAT

Avsnittet redovisar resultat från beräkningar, mätningar och sammanställning av energistatistik. Genomförande och beskrivning av metoder finns i kapitel 4.

5.1 Resultat av energibalansberäkningar

Tabellen nedan visar den förväntade energianvändningen efter åtgärder enligt energiberäkningen (utförd med VIP-Energy 3.0.3) och motsvarande uppmätt energianvändning före åtgärder. Den förväntade energianvändningen efter att åtgärder genomförts har beräknats till 511 MWh (83 kWh/m²). Som kan ses i tabellen förväntades den totala energianvändningen i det närmaste halveras – från 974 MWh/år till 511 MWh/år. Värmeanvändningen skulle minska från 889 MWh/år till 434 MWh/år vilket är något mer än en halvering. Även fastighetselen förväntades minska med ca 10 % till följd av åtgärderna. Totalt sett förväntades åtgärderna leda till en besparing på ca 463 MWh/år vilket skulle innebära en minskning av

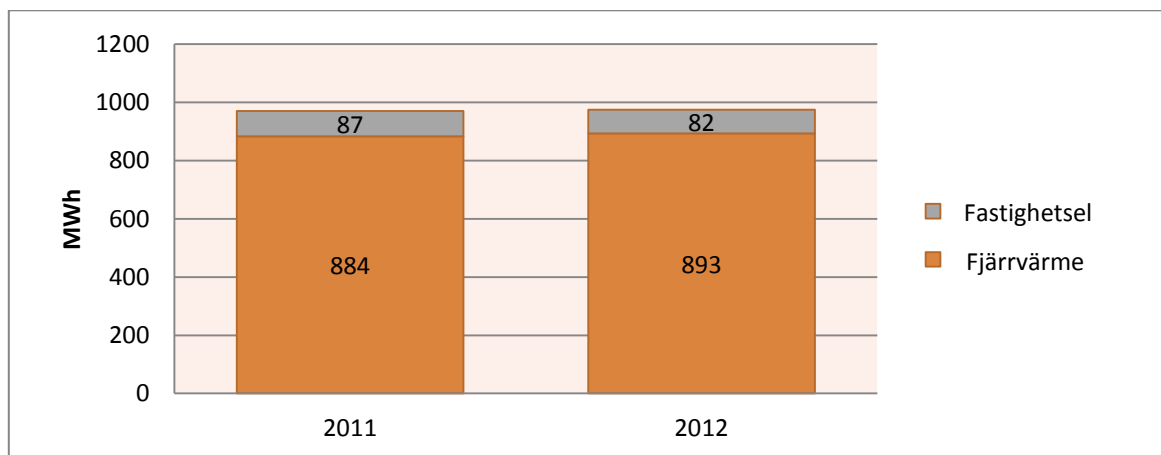
energianvändningen med närmare 50 %. Energibalansberäkningarna visar således att den specifika energianvändningen skulle minska från 168 till 83 kWh/m²,år.

	Enhet	Före åtgärder (verklig)	Efter åtgärder*
Värmeanvändning	kWh/år	889 000	434 469
Fastighetsel	kWh/år	85 000	76 905
Värme + Fastighetsel	kWh/år	974 000	511 374
Specifik energianvändning	kWh/m ² ,år	168	83

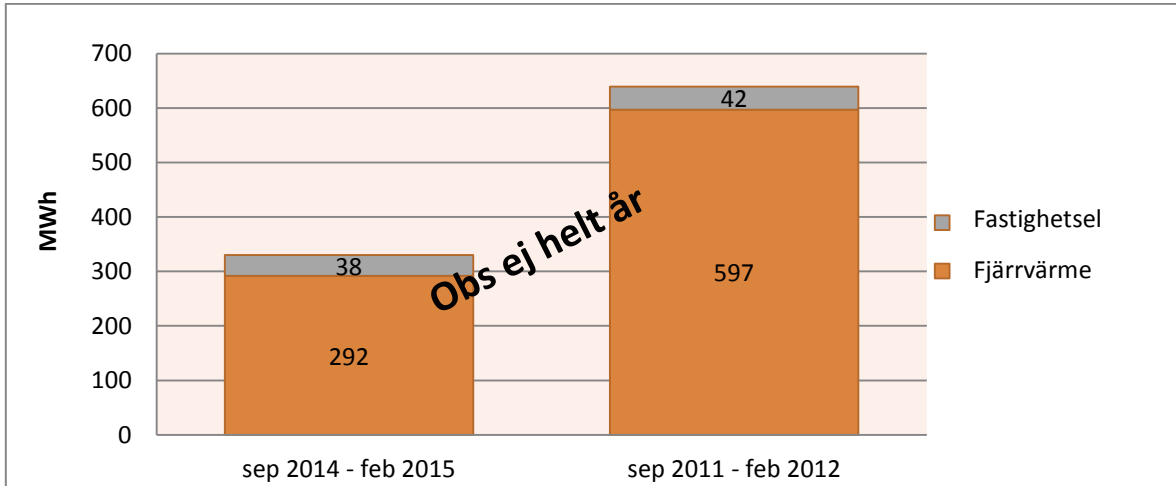
* Beräkningar utförda med VIP-Energy 3.0.3

5.2 Uppmätt värmeåtgång före och efter åtgärder

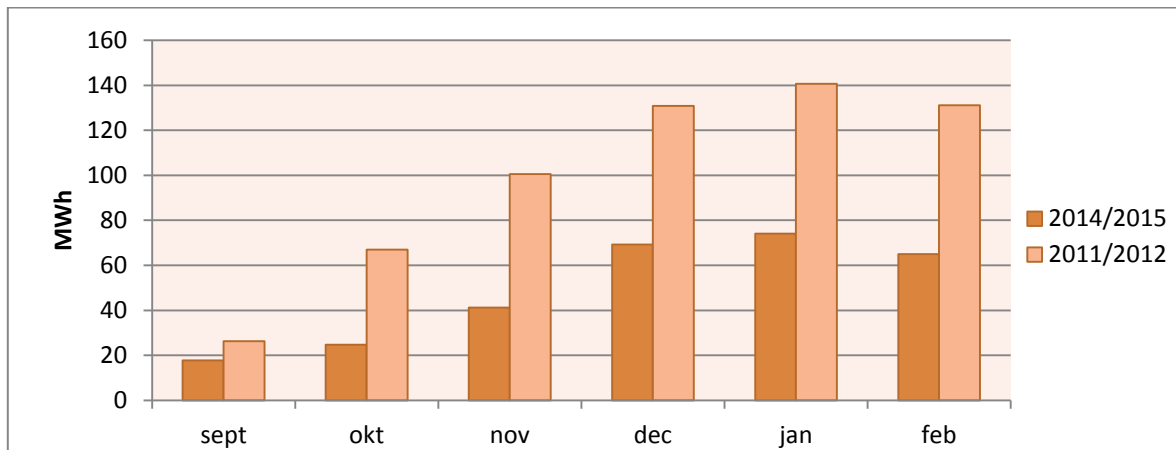
Energieffektiviseringsåtgärderna färdigställdes på våren 2014. Det obefintliga uppvärmningsbehovet under sommaren gör att den period som går att utvärdera och som är intressant, blir september 2014 till februari 2015. Nedan redovisas uppmätt energianvändning före åtgärder under åren 2011 och 2012 – den övre figuren. I den undre figuren redovisas den uppmätta energianvändningen efter åtgärder för tiden sep 2014 – feb2015 och uppmätt energianvändning före åtgärder under tidsperioden sep 2011 – feb 2012. Fjärrvärmeanvändningen är normalårskorrigerad i samtliga diagram från FORTUM (SMHI draddagar).



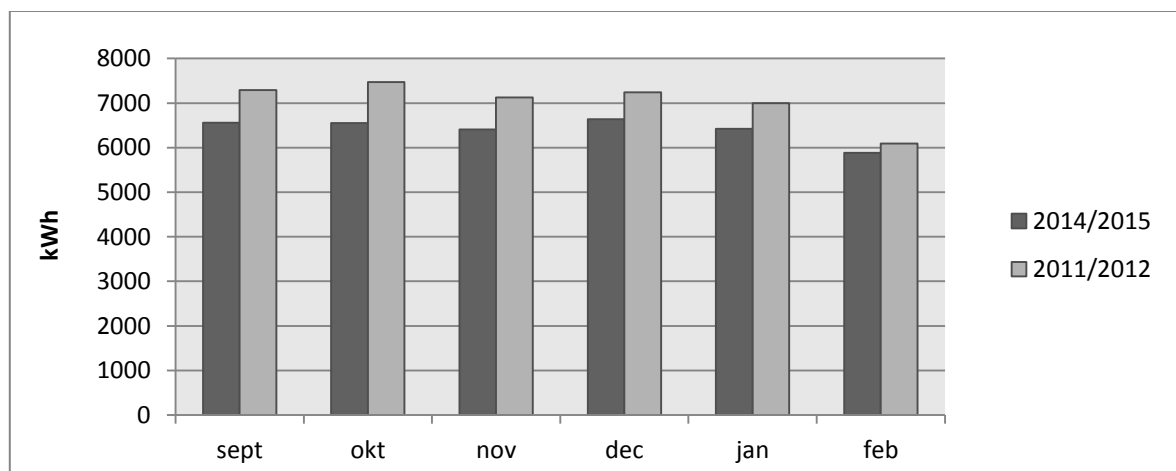
Årvis energianvändning innan genomförda åtgärder, MWh/år fördelad på fjärrvärmeanvändning och fastighetsel



Jämförelse av energianvändning efter och före åtgärder



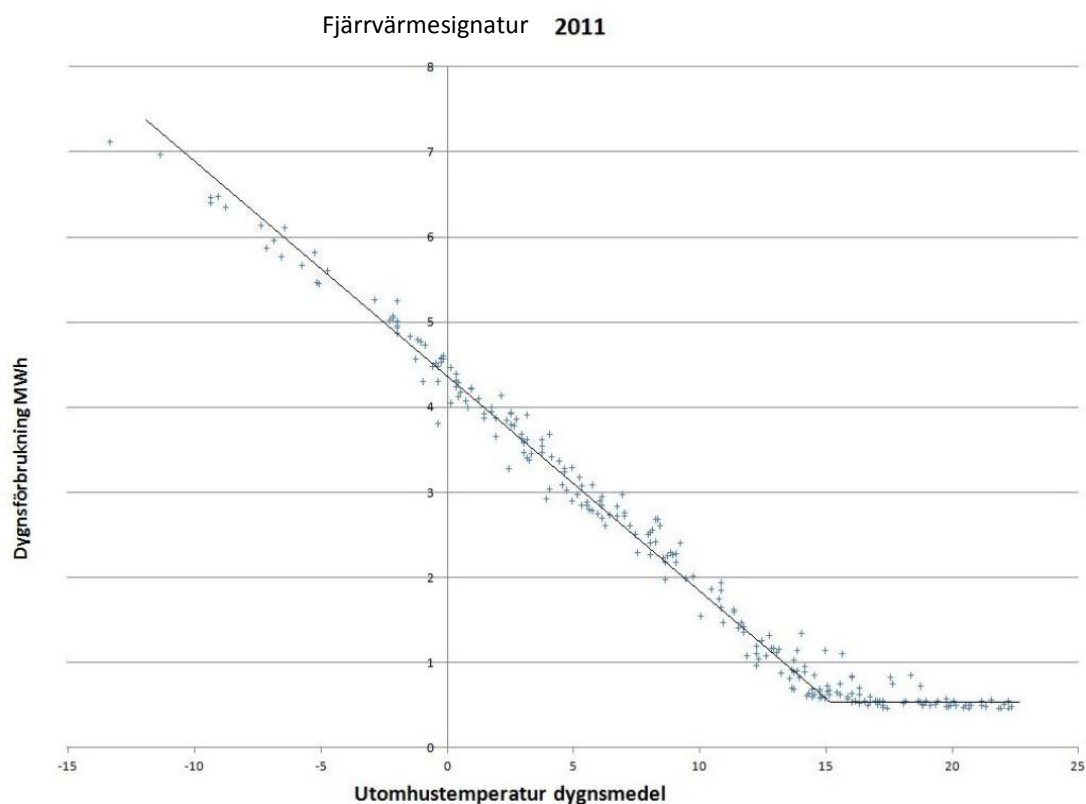
Normalårskorrigerad uppmätt användning av fjärrvärme (SMHI graddagar)

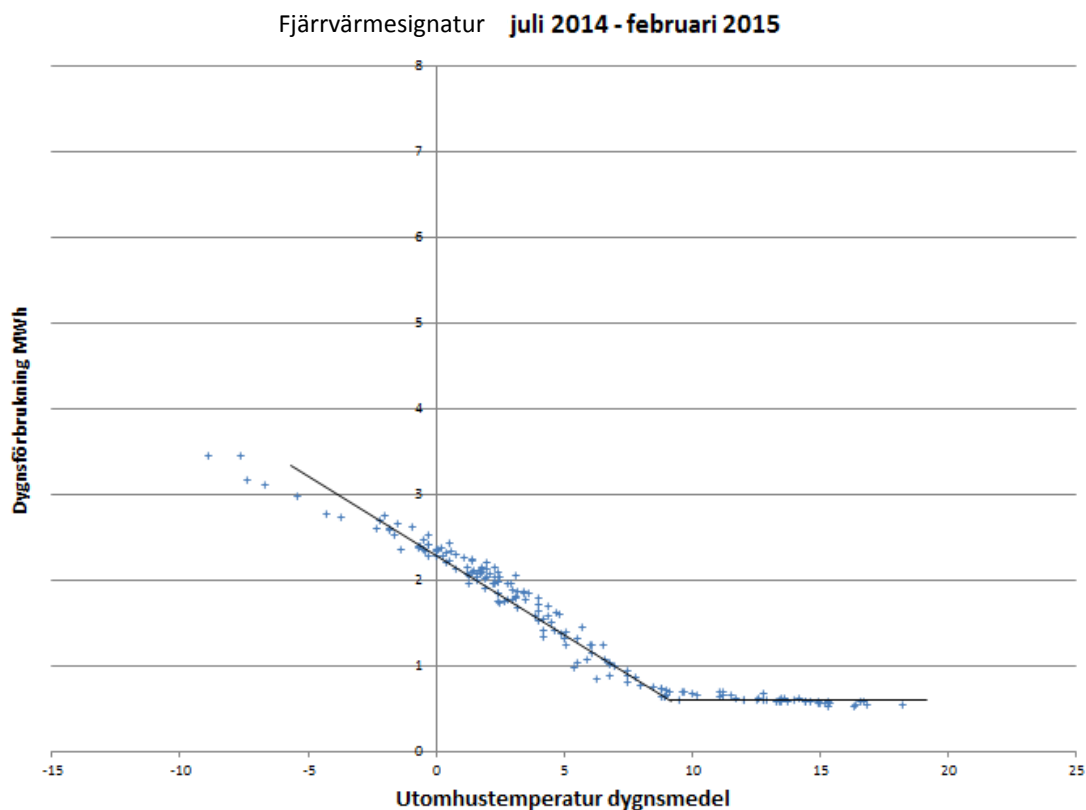


Uppmätt fastighetsel

Av figurerna kan utläsas att fjärrvärmeanvändningen uppmätts till att minska med ca 50 % under de månader mätningar kunnat göras. Detta stämmer väl med de beräkningar som gjorts för hela år. Samtidigt har användningen av fastighetsel minskat med storleksordningen 10 %.

Den ursprungliga energisignaturen för byggnaden är baserad på timvis fjärrvärmeanvändning från 2011 (Fortum), eftersom detta var före ombyggnationen påbörjades och därför kan anses vara representativt för åren innan ombyggnationen. I figur utläses att balanstemperaturen då var ca 15 °C. Balanstemperaturen har sjunkit till ca 9 °C efter åtgärder. Balanstemperatur är den temperatur vid vilken byggnadens värmebehov börjar. Informationen från energisignaturen angående balanstemperaturer används till att beräkna transmissionsförluster från fönster före och efter fönsterbytet. En jämförelse av kurvornas lutning visar att kurvan är betydligt flackare efter åtgärder vilket visar ett minskat värmeeffektbehov för fallande utomhustemperatur.

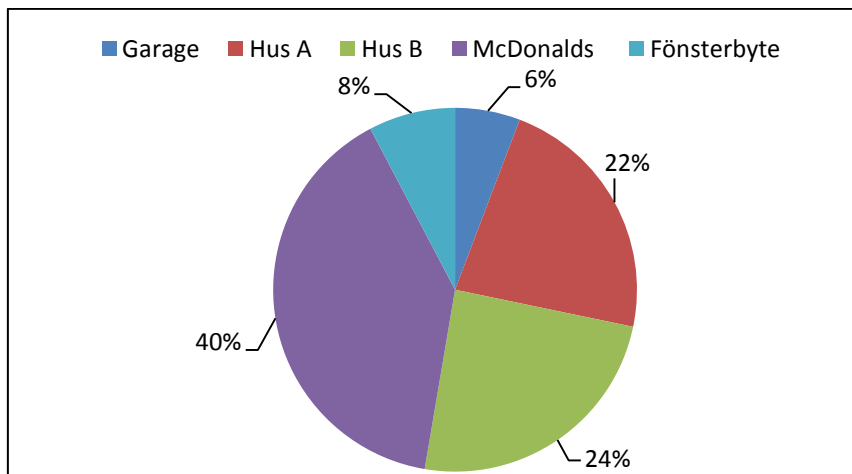




De mätvärden som visar energisignaturen efter åtgärderna består av mätdata från juli 2014 till januari 2015. Under den perioden var ombyggnationen klar och alla installerade system i drift. Från fjärrvärmesignaturen efter åtgärder kan utläsas att vid utetemperaturer över $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ åtgår ca 500 kWh per dygn. Eftersom husen inte behöver någon uppvärmning vid så höga utetemperaturer innebär det att all tillförd värme åtgår till varmvattenuppvärmningen. En del av denna värme behövs för att värma själva tappvarmvattnet, en del utgör värmeförluster i varmvattencirkulationssystemet och en del åtgår till att värma handdukstorkar. Se avsnitt 6.3.

5.3 Beräknade besparingar av nya ventilationsaggregat och fönster

Resultatet av de beräkningar som beskrivs i kapitel 5.1 är att den totala värmebesparingen för de genomförda åtgärderna 455 MWh. Besparingen är fördelad per åtgärd enligt figuren nedan. Garage, Hus A (Hornsgatan 88), Hus B (Brännkyrkagatan 77) och McDonalds visar den besparing som erhålls för respektive ventilationsaggregat som betjänar motsvarande lokaler.



Total värmebesparing	455 MWh/år
Värmeåtervinning från McDonalds	182
Värmeåtervinning Hus B	109
Värmeåtervinning Hus A	100
Värmeåtervinning Garage	27
Inverkan av fönsterbyte	36

Beräknade värmebesparingar fördelade på respektive åtgärd.

Värt att notera är att systemet som återvinner energi ur McDonalds frånluft står för en mycket stor del av den totala värmebesparingen, ca 40 %. Den totala värmebesparingen av energieffektiviseringsåtgärderna, exklusive elbesparingar på 455 MWh, innebär en reduktion av det totala värmebehovet på ca 50 %. Värmebesparingen, exklusive McDonalds, är ca 272 MWh vilket motsvarar en reduktion på cirka 30%.

5.4 Luftbehandling

De nya luftbehandlingsaggregaten har övervakats via DUC. Luftflöden, tryck och fläkteffekter, SFP (Specifik Fan Power), har observerats under perioden 2014-11-27 till 2015-01-28. Nedan visas en sammanfattning av de värden som finns i bilaga 2. Frånluftsmängden är storleksordningen 10 % större än tilluftsmängden. Detta kan till viss del förklaras av att vissa utrymmen i källarlokalerna har enbart uteluftsdon medan frånluftssystemen även betjänar dessa utrymmen. De större frånluftsmängderna bidrar också till att temperaturverkningsgraderna i återvinningsaggregaten blir höga. SFP-värdena är lägre än Byggreglernas minimikrav men uppfyller inte BeBos rekommenderade bästa godhetstal.

	Tilluft l/s (C°)	Frånluft l/s (C°)	SFP tot kW/m ³ ,s	Tillf. Energi kWh
B1 Garage	300	380	0,52	0
LB2 Hus A (Hornsg.)	970 (21,0)	1100 l/s (23,0)	1,87	Trasig mätare
LB3 Hus B (Brännkyrg.)	1000 (21,0)	1087 (22,5)	1,83	4 560

Värmeåtervinningsgrad och avfrostningsfunktion har inte kunnat avgöras på grund av bristfällig loggfunktion i DUC. Men värmebehovet för tilluften har nästan helt tillfredsställts med värmeåtervinningen ur frånluften. Detta kan konstateras eftersom eftervärmningsbatterierna har noll eller väldigt lite i tillförd energi. Anledningen till att det är på det sättet är att det var få kalla dagar under mätperioden samt att frånlufttemperatur varit hög ca 22°C. Nedan visas de 5 kallaste dagarna under mätperioden september 2014 till februari 2015. Med tabellen som visar att det var få kalla dagar kan det antas att liten mängd värme har använts till avfrostningsfunktionen.

Datum	Dygnsmedeltemp. °C
2014-12-28	-8,9
2014-12-29	-7,6
2014-12-27	-7,4
2014-12-25	-6,7
2014-12-26	-5,4
Källa: Fortum, abonnemang Brf Storruven	

Före ombyggnaden var den installerade eleffekten för de remdrivna fläktarna ca 10 kW fördelat på LB1 (7 kW), LB2 (1,5 kW) och LB3 (1,5 kW). Med de nya direktdrivna fläktarna har den installerade effekten sjunkit till 3,7 kW. Detta förklarar en del av att användningen av fastighetsel har sjunkit efter åtgärder.

Ventilationsflöden, till- och frånluft, finns redovisat i bilaga 6 för 4 representativa lägenheter. Värdena ligger mycket nära de projekterade och visar att det oftast är något högre frånluftsflyde än tilluftsflöde, vilket är önskvärt.

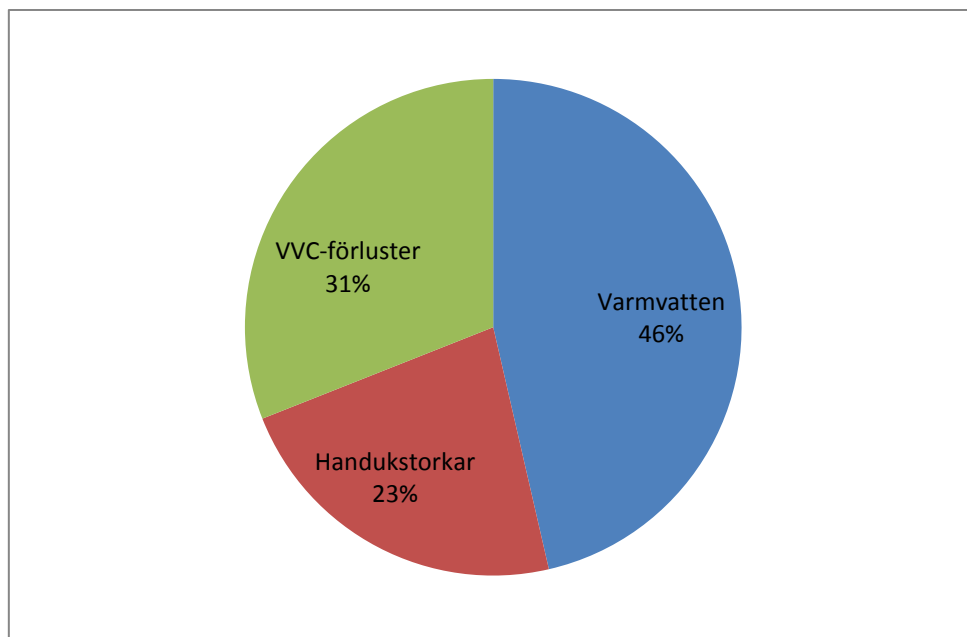
5.5 Varmvattenanvändning och VVC-förluster

VVC-förluster har kunnat uppskattas med hjälp av fastighetens fjärrvärmesignatur och uppmätt användning av kallvatten till varmvattenproduktion. Analoga termometrar för VVC före och efter värmeväxlaren har avlästs, och den kallvattenmängd som använts till varmvattenproduktion har mätts.

Från mätningar beräknas ca 232 kWh/dygn användas till varmvattenuppvärmning. Utifrån energisignaturen bedöms värmeförlusterna utan uppvärmningsbehov vara ca 500 kWh/dygn. Eftersom detta är ett sommarvärde då kallvattentemperaturen är högre än under vintern kan värdet 500 kWh/dygn i genomsnitt under året bedömas vara ännu något högre.

Handdukstorkar beräknas förbruka ca 100W per styck (enl. produktblad).

VVC-förlusterna inkl. uppvärmning av handdukstorkar uppgår då totalt till 268 kWh/dygn, vilket utslaget på A_{temp} ger 19 kWh/år, m^2 . Detta är ett högt värde. Observera att handdukstorkarna även bidrar till uppvärmning av våtrummen. Total värmeåtgång för varmvattensystemet är 182 MWh/år. Fördelningen visas i diagrammet nedan.



En mycket låg returtemperatur i VVC-kretsen på ca 44 °C har uppmätts. I BBR 19 kap 6:622 anges att: (BFS 2011:26)

Cirkulationsledningar för tappvarmvatten ska utformas så att temperaturen på det cirkulerande tappvarmvattnet inte understiger 50 °C i någon del av installationen.

Vid VVC-temperaturer under 50 °C finns risk för legionellatillväxt. Varmvattentemperatur ut från värmeväxlaren ligger på ca 54 °C vilket ger ett temperaturfall på ca 10 °C. Den låga returtemperaturen har flera orsaker. Samtliga lägenheter har handdukstorkar installerade och inkopplade på VVC-kretsen. Dessa kan regleras via en skruvventil men går inte att stänga av helt. I allmänna råd från BBR rekommenderas att inte använda handdukstork inkopplad på VVC-kretsen. Handdukstorkarna bidrar till det stora temperaturfallet i kretsen tillsammans med oisolerade rördelar, vilket visas på bilden nedan.



Inspektionslucka till schakt där VVC-krets är dragen

Bilden är tagen vid en inspektionslucka till en av stammarna med VVC-kretsen. Sammanlagt finns i föreningen 8 snarlika stammar och vid varje inspektionslucka finns ca 60 cm oisolerade rördelar. Den rörisolering som finns motsvarar inte den som beställdes i samband med stambytet. Handdukstorkarna och de oisolerade rördelarna samt den otillräckliga isoleringen är orsaker till temperaturfallet i VVC kretsen. Bristfällig isolering och tätt avstånd mellan varm- och kallvattenrör ökar värmeförluster och bidrar också till en alltför hög kallvattentemperatur.

5.6 Resultat av mätningar av lufttäthet, temperatur och termografering

Nedan presenteras resultat från olika korttidsmätningar av luftläckning, temperatur och termografering.

5.6.1 Lufttäthet

Täthetsprovning och termografering utfördes vid tre tillfällen i vinterklimat under januari och februari 2015. Beräkningsmetod enligt svensk och europeisk standard SS-EN 13829 med både undertrycks- och övertrycksmätning har tillämpats. Detaljerad redovisning från täthetsprovning finns i bilaga 3 och 4.

I tabellen nedan redovisas bestämd luftläckning i sex lägenheter både vid undertryck och övertryck. Det bör noteras att vid beräkningen av läckningen har lägenheternas totala omslutningsarea använts, vilket resulterar i att värdena ser ut att vara relativt låga. Som termograferingen nedan visar förekommer ibland betydande luftläckning genom anslutningar vid ytterväggarna.

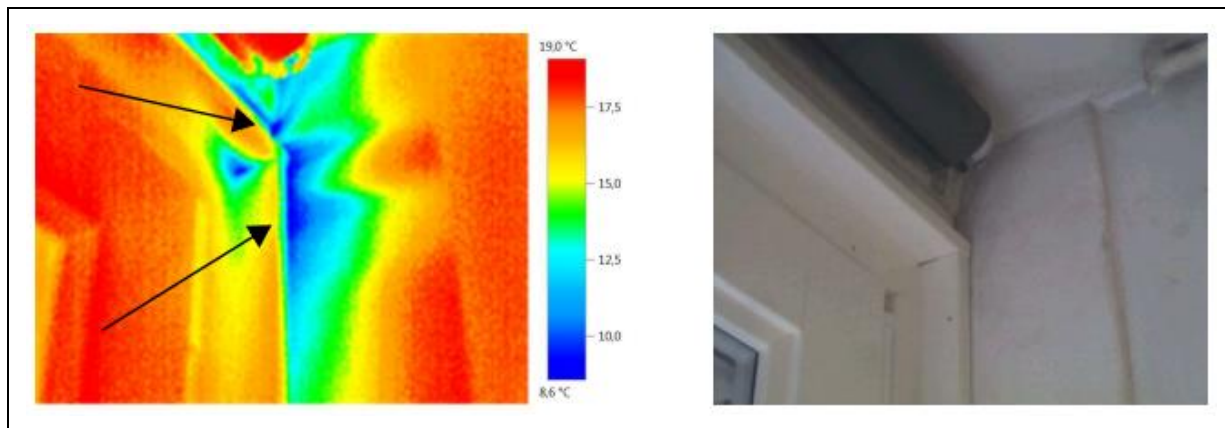
Lägenhet	Läckage vid -50 Pa [l/s/m ²]	Läckage vid +50 Pa [l/s/m ²]
8	0,29	0,31
19	0,51	0,58
26	0,58	0,61
33	0,39	0,41
40	0,62	0,69
42	0,64	0,74

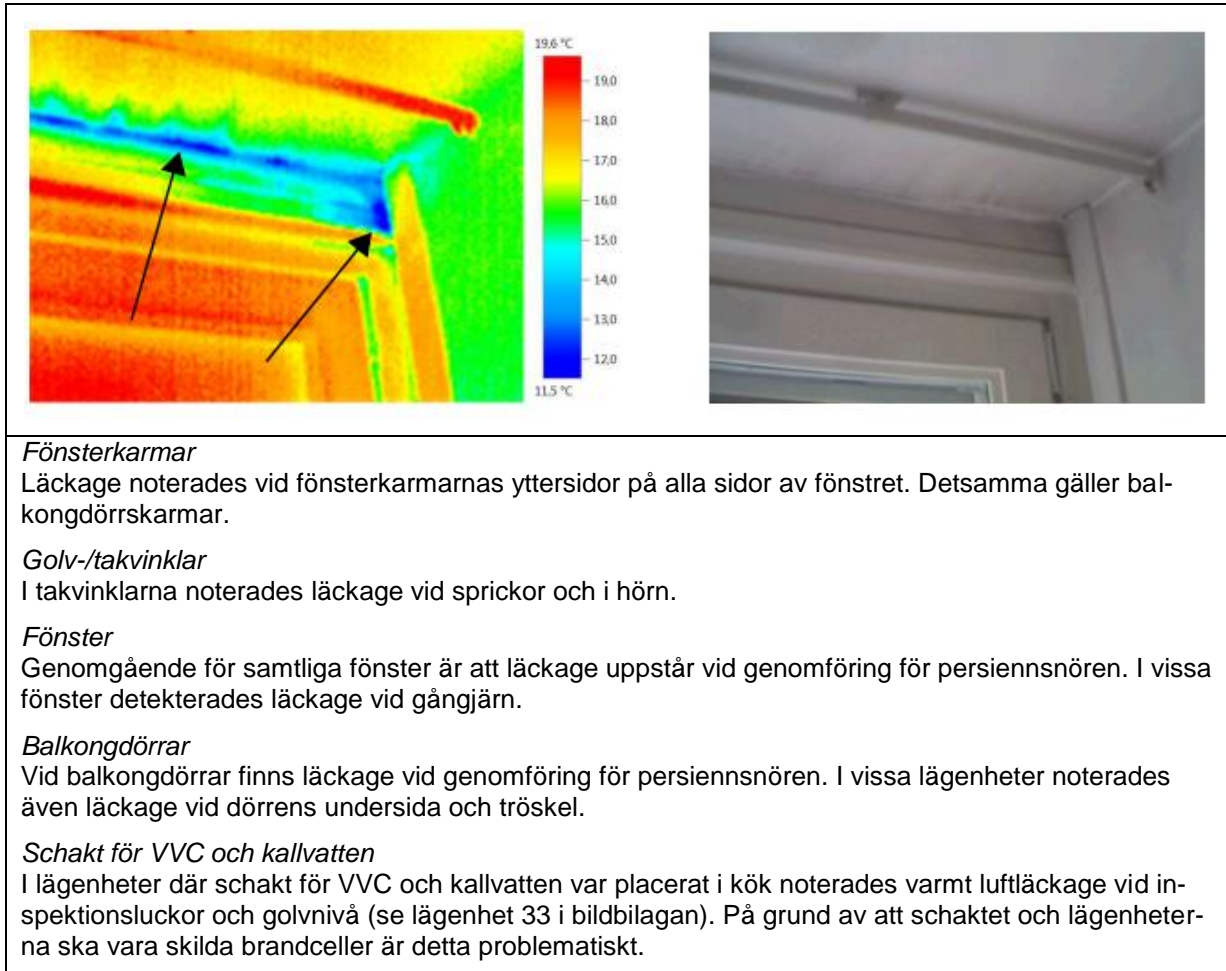
5.6.2 Termografering

Här redovisas exempel på termogram som visar var och hur luftläckage identifierats, se Bilaga 3. Låga temperaturer enligt färgskalan visar var luftläckning sker. Viss temperatursänkning förekommer alltid vid olika hörn och till följd av köldbryggor, men formen på temperaturfältet ser annorlunda ut för luftläckning. För att förvissa sig om att det är luft som läcker kan man göra en enkel röktest i samband med termograferingen.

De mest frekventa läckställena finns sammanställda i texten under termogrammen.

Indikerade luftläckagevägar





Fönsterkarmar

Läckage noterades vid fönsterkarmarnas yttersidor på alla sidor av fönstret. Detsamma gäller balkongdörrskarmar.

Golv-/takvinklar

I takvinklarna noterades läckage vid sprickor och i hörn.

Fönster

Genomgående för samtliga fönster är att läckage uppstår vid genomföring för persiennsnören. I vissa fönster detekterades läckage vid gångjärn.

Balkongdörrar

Vid balkongdörrar finns läckage vid genomföring för persiennsnören. I vissa lägenheter noterades även läckage vid dörrens undersida och tröskel.

Schakt för VVC och kallvatten

I lägenheter där schakt för VVC och kallvatten var placerat i kök noterades varmt luftläckage vid inspektionsluckor och golvnivå (se lägenhet 33 i bildbilagan). På grund av att schaktet och lägenheter-na ska vara skilda brandceller är detta problematiskt.

5.6.3 Varmvattenanvändning

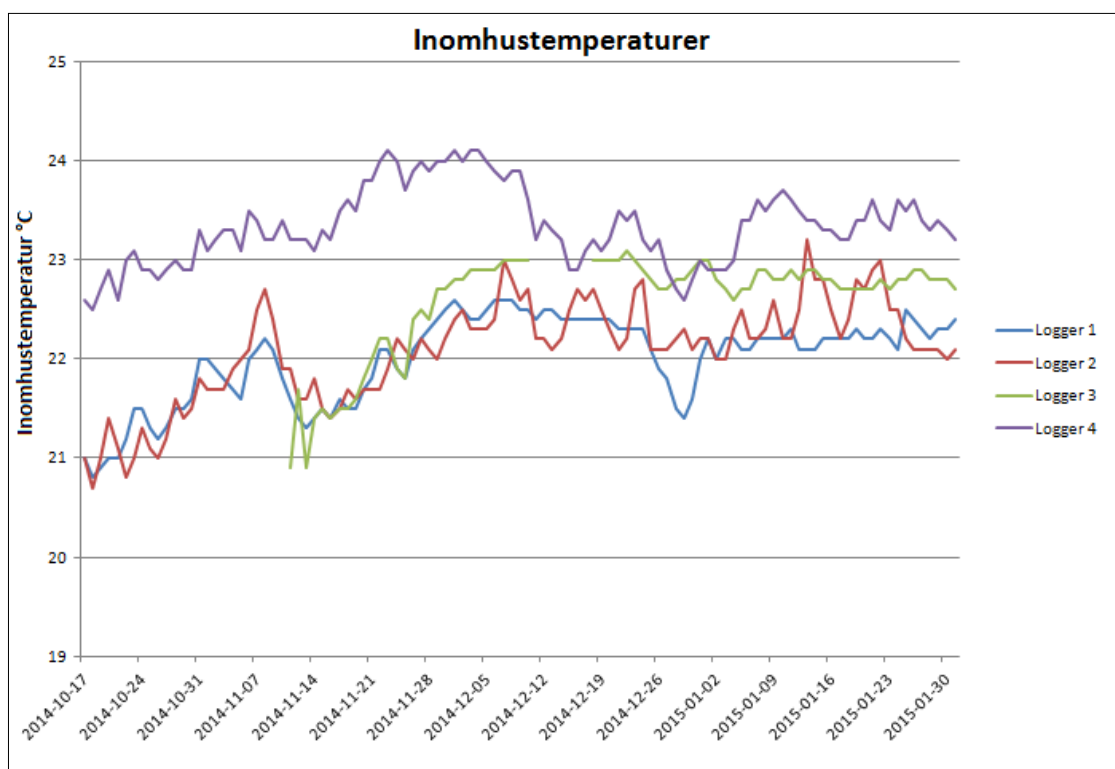
Under perioden 2014-11-27 till 2015-01-28 visar mätningar att i genomsnitt har 4,26 m³ varmvatten använts per dygn, Om ingående kallvattentemperatur är +8 C° och utgående temperatur är +55 C° kan värmeåtgången beräknas till 232 kWh/dygn.. Under avsnitt 6.3 finns en fördelning och beräkning av VVC förluster..

5.6.4 Innetemperatur och fukthalt

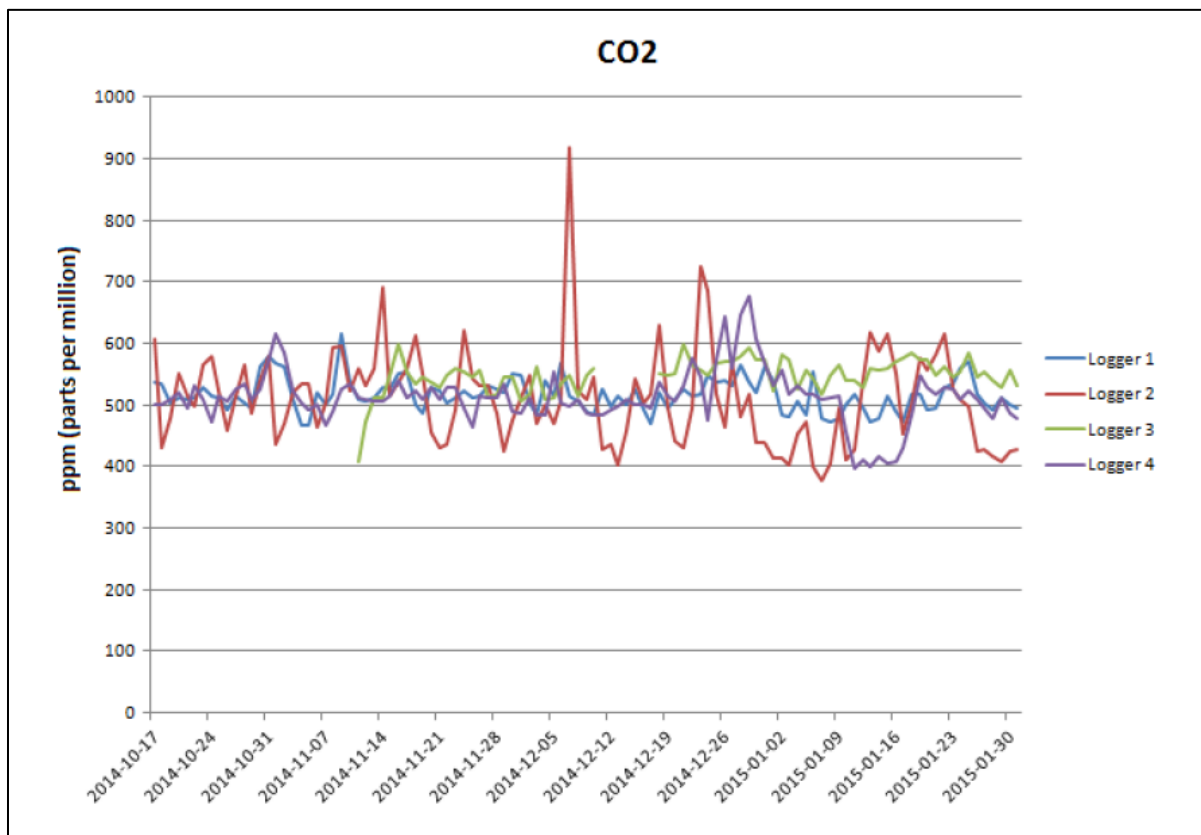
Inomhustemperaturen varierar något mellan olika lägenheter, framför allt är det lägenheten 1 tr i hus A, som logger 4 är placerad i som visar en avvikande kurva jämfört med de övriga. Temperaturen ökade stadigt under en period i november, vilket beror på att framledningstemperaturen höjdes på grund av klagomål på att inomhustemperaturen var för låg i andra lägenheter. Det finns också tydliga differenser mellan olika lägenheter. I synnerhet under den senare delen av mätperioden har relativt höga innetemperaturer registrerats – mellan 22 och 23,5 °C. Det torde finnas en viss potential i att justera värmeförseln i husen, vilket skulle kunna innebära en möjlighet att sänka temperaturen i hela husen med värmebesparing som följd. Komforten torde efter justering kunna bibehållas.

Hus A (*Hornsgatan 88*)
Hus B (*Brännkyrkagatan 77*)

Logger nr	Hus	Placering
1	A	6 tr
2	B	1 tr
3	B	4 tr
4	A	1 tr



Figur nedan visar dygnsmedelvärden av koldioxidhalt i de fyra lägenheterna.



Riktvärde för koldioxidhalt (BELOK) är att den vid alla tillfällen ska ligga under 1000 ppm. Värderna som presenteras är dygnsmedelvärden vilket innebär att det under kortare perioder kan vara högre koldioxidhalter i rummen än vad som visas i figuren. Utomhusluft innehåller ca 400 ppm koldioxid. Mätningarna visar att koldioxidhalten i husen normalt ligger på låga nivåer. Det finns några höga mätvärden som uppmätts av Logger 2. En genomsnittlig koldioxidnivå på över 900 ppm över ett helt dygn som uppmättes vid ett tillfälle förefaller inte vara rimligt utan antas bero på mätfel.

6 DISKUSSION AV RESULTAT

Resultaten i denna rapport baseras dels på mätningar dels på beräkningar. Uppmätta värden på värmeanvändning och elanvändning bedömas vara säkra värden. Beräkningar innehåller approximationer, schablonvärden och förenklingar vilket naturligtvis medför viss osäkerhet. Fler mätpunkter och en längre mätperiod hade ökat noggrannheten för modellen i energibalansberäkningen. Brist på driftinformation, framför allt i butiksplanet, är en stor potentiell felkälla. Mätvärden av köpt energi är tillförlitliga vilket underbygger den påvisade energibesparingen efter genomförda energiåtgärder.

Tillgång till DUC gavs först en tid in i projektet vilket har resulterat i att mätvärden endast kunnat inhämtas under en relativt kort period. Samtliga energieffektiviseringsåtgärder var inte genomförda förrän våren 2014 vilket inneburit att helårsstatistik saknats när den här rapporten togs fram. Dock anses det inte påverka analysen i någon större uträkning.

Under projektets gång förändrades driftförhållandena i byggnaden, både framledningskurva och tillufttemperaturerna höjdes på grund av klagomål om för kallt inomhusklimat i några lägenheter.

Schablonvärden har antagits i de fall mätdata inte funnits tillgängliga detta finns beskrivet under respektive avsnitt men främst vid energiberäkningar med VIP-Energy 3.0.3. Schablonvärdet är generella uppskattningar och kan skilja jämfört med uppmätta värden. Användandet av schablonvärden när det saknas mätvärden anses vara allmänt förankrade i branschen.

Beräkningarna för energibesparingen för de olika åtgärderna har försvarats av att tillgången till föreningens DUC har varit begränsad. Som tidigare beskrivits har DUC endast kunnat läsas av på plats i föreningen vilket har begränsat antalet insamlade mätvärden. Intervallerna mellan avläsning har också varierat något. Det optimala hade varit en automatisk loggning av mätvärden enligt ett visst tidsintervall. Avlästa värden från DUC och mätvärden från Fortum har varit en central del i projektet.

I energiberäkning har U-värden för tak hållits samma även efter tillbyggnad av nya lägenheter på taket. Det kan diskuteras om detta är riktigt. Bristfälliga uppgifter om tillbyggnadens konstruktionslösningar och U-värden för tak har legat till grund för det konservativa valet att använda samma U-värden i energiberäkningen.

Den totala energibesparingen är väl underbyggd med tillförlitliga mätvärden. Fördelning mellan respektive åtgärds bidrag till besparingen har varit svårare att bestämma.

6.1 Besparingar för nytt ventilationsaggregat och nya fönster

Ventilationssystemet har bidragit väsentligt till uppmätta energibesparingar. Ventilationsåtgärder med framförallt värmeåtervinning har visat sig centrala.

Några problem kvarstår att lösa med ventilationen, ett antal boende har klagat på att smuts och partiklar förs in via tilluften. På några ställen används idag tidigare frånluftskanaler som tilluftskanaler till vardagsrum och klädkammare (bränkyrkag.). Problemet med detta är att efter många års användning har gamla kanaler en beläggning av smuts vilket efter ändringen av luftflödena hamnar i tilluften. Särskild utredning av detta föreslås separat.

Avfrostningsfunktion för ventilationsaggregat har inte kunnat undersökas på grund av trasig värmemängdsmätare och bristfällig funktion i DUCen. Få kalla dygn under mätperioden har antagligen medfört att avfrostning ej varit nödvändig.

Byte från remdrivna frånluftfläktar till direktdrivna till- och frånluftfläktar har inneburit att den installerade effekten för fläktar har minskats från ca 10 kW till 3,7 kW.

Innan renoveringen hade husen 2-glasfönster med ett U-värde på ca 2,5 W/m²K. Fönsteråtgärden bestod av byte av fönster och balkongdörrar till energieffektivare varianter som enligt offert från fönstertillverkaren Mockfjärds har ett totalt U-värde på 1,0 W/m²K.

Vid besök observerades att isolerglas har inpräglat U-värde på 1,0 W/m²K. Det har inte kunnat verifieras att det totala U-värde för fönster är, 1,0 W/m²K.

7 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Målet med projekt inom rekorderlig renovering är att uppnå en energibesparing på 50 %. I denna rapport har mätningar och teoretiska beräkningar genomförts. Med genomförda åtgärder visar beräkningar en förväntad besparing för värme på ca 50 % vilket stämmer bra överens med mätvärden på fjärrvärmerna. Fastighetsel har minskat med ca 10 % enligt värden från elleverantören. Sammantaget har behovet av köpt energi minskat från ca 974 MWh till ca 511 MWh vilket innebär en reduktion med 463 MWh (ca 48 %). Exklusive värmeåtervinning från McDonalds blir besparingen 280 MWh (ca 30 %) med de nya lägenheterna medräknade.

Efter åtgärder är den specifika energianvändningen 83 kWh/m²,år. Den specifika energianvändningen före åtgärder beräknades i denna utredning till 168 kWh/m²,år (enligt energideklarationen 2009: 172 kWh/m²,år). Energianvändningen har minskats genom energibesparande åtgärder..

Något som ska beaktas då resultatet studeras är att värmeåtervinningen från McDonalds frånluft står för en stor del av besparingen. Eftersom mycket av den energi som finns i frånluften kommer från McDonalds verksamhet är det tveksamt om denna besparing ska tillgodoräknas hela byggnaden. Utan denna besparing blir den specifika energianvändningen efter åtgärder ca 114 kWh/m²,år.

Metoden som använts för att beräkna och verifiera energibesparingen till följd av genomförda åtgärder har visat sig användbar. Brf Storuvens energianvändning påverkas till stor del av att ha McDonalds som hyresgäst vilket gör att förutsättningarna är unika. Den höga energianvändningen före åtgärder (172 kWh/m²,år enligt energideklaration) beror till stor del på att McDonalds har ett stort ventilationsbehov och därmed också stort värmebehov. Detta ger en bra grund för de energieffektiviseringsåtgärder som bygger på värmeåtervinning i ventilation.

Denna utredning visar att en del problem som kvarstår efter renovering och genomförda åtgärder behöver åtgärdas.

- Låga returtemperaturen i VVC-kretsen bör åtgärdas genom att förbättra och komplettera isolering av kall- och varmvattenledningar (VVC) samt justera flöden. Det bör övervägas att demontera handdukstorkar och ersätta dessa med eluppvärmda handdukstorkar.
- Ytterväggspartier med anslutningar mot innerväggar, golv och runt fönster behöver tätas mot luftläckning.
- Gamla ventilationskanaler (Brännkyrkag.) som konverterats från frånluftskanaler till tilluftskanaler behöver rengöras för att säkerställa att tilluften inte blir förorenad. Efter rengöring behöver luftflödena kontrolleras.

Det rekommenderas att komplettera denna utvärdering med bl.a. följande.

- Energimätning av tillkomna lägenheter bör installeras.
- Injustering av värmesystemet behövs på grund av att mätningarna visar på betydande temperaturskillnader mellan olika lägenheter.
- Avfrostningsfunktionen på ventilationsaggregaten behöver kontrolleras vid kall väderlek.

Partikelhalterna i tilluften i vissa lägenheter är oroande och de boende har uttryckt irritation. Det är tidigare frånluftskanaler för trapphus och klädkammare som idag används för tilluften i vardagsrum och klädkammare som är drabbade.

Under projektet har frågetecken uppdagats angående om föreningen verkligen har fått de åtgärder som efterfrågats korrekt genomförda. Tveksamheter har funnits angående levererade produkter och i vissa fall om åtgärderna följer gällande krav och regler. Det vore intressant med en studie om hur olika aktörer i bygg- och renoveringsprojekt kan kommunicera på ett bra sätt för att uppnå önskade resultat.

8 ÖVRIGT

I några lägenheter har problem med fukt i fönster uppkommit. Kondens bildas på insidan av ytterglaset. Problemet har dokumenterats men fullständig förklaring till fenomenet återstår. En trolig orsak kan vara att varm fuktig inomhusluft kan läcka ut mellan glaset, till följd av otätheter i fönstren och obalans mellan till- och frånluft. Fukten kan då kondensera på det kalla yttre glasets insida. Nedan visas ett exempel från lgh 42.



BILAGA 1 ENERGIBERÄKNING (VIP-ENERGY 3.0.3)

Indata klimatskal

Indata energiberäkning	Enhet	Före åtgärder	Efter åtgärder
A_{temp}	m ²	5783	6136
Yttervägg	W/m ² K	0,39 (0,6) ¹	0,39 (0,6)
Källarvägg	W/m ² K	0,31	0,31
Tak	W/m ² K	0,26	0,26
Fönster	W/m ² K	2,5	1,0
Fönster (g-värde)		0,75	0,50
Grund/golv	W/m ² K	0,48	0,48
Dörrar balkong	W/m ² K	2,5	1,0
U_{medel}	W/m ² K	0,65	0,49
Köldbryggor	W/K	10-procentigt påslag på U-värde för fönster, för fasader beräknas köldbryggor i VIP-Energy	10-procentigt påslag på U-värde för fönster, för fasader beräknas köldbryggor i VIP-Energy

Indata ventilationsaggregat

Ventilationsaggregat	Betjäna	Frånluft [l/s]	Tilluft [l/s]
LB1	Garage	380	300
LB2	Hus A	1100	960
LB3	Hus B	1070	990
LB4	Relaxavdelning	70	70
LB5	Tandläkare	78	78
LK1	McDonalds	2000	4000
TA/FA 4	Specsavers	320	350

¹ Värde inom parentes representerar sydfasaden på Hus B som är av annan konstruktion än övriga fasader

BILAGA 2 MÄTVÄRDEN, UTSKRIFT FRÅN DUC

Förklaring:

(%)	Tilluft/avluft fläkt aktuell drift procent. 100% = max varvtal
(T)	Temperatur grader Celsius °C
SHG (%)	Värmeshunt aktuell drift procent. 100% = fullt öppen max värme
Ack En (ack flöde)	Används ej
Utsignal VVX (%)	Värmeåtervinning aktuell drift i procent. 100% = max återvinning.
TF / FF	Tilluftfläkt / Frånluftfläkt
Akt bv (Pa)	Aktivt börvärde att styra mot i Pascal
Akt Tryck (Pa)	Aktivt tryck Pascal
Akt Flöde (l/s)	Aktivt flöde. Liter per sekund
Akt Effekt (W)	Aktuell effekt i Watt
Drifttid (h)	Ackumulerad drifttid angiven i timmar.
SFP (Kw/m ³ /s)	Specifik fläkteffekt. Fläktens summerade eleffekt dividerat med totalt transporterat luftflöde.
Utetemp (T)	Utetemperatur i grader Celsius °C
GT1 (T)	Används ej
GT21 (T)	Används ej
SV31 (%)	Används ej
GP1 (Pa)	Används ej
Kallvattenmätare (m ³)	Ackumulerat kallvatten i kubikmeter (1 000 liter)
Ack Energi (MWh)	Akumulerad värmeenergi MWh
Ack volym (m ³)	Akumulerad flödesvolym i kubikmeter (1 000 liter)
Mom Effekt (kW)	Momentan effekt i kW
Mom Flöde (m ³ /h)	Momentant flöde i kubikmeter per timme
Fjärrvärme (T)	Fjärrvärmemetemperatur i grader Celsius
Delta (T)	Skillnad i grader Celsius mellan tillopp och retur för fjärrvärme.

	Datum				
	27-nov	05-dec	13-dec	07-jan	28-jan
LB1					
Tilluft fläkt (%)	29	28	27	29	28
Avluft fläkt (%)	29	30	30	29	30
Tilluft (T)	19	19	19	17	17
Frånluft (T)	21	20	20	19	19
Uteluft (T)	9	7	6	5	7
SHG (%)	0	0	0	0	0
Ack en (ack flöde)	0	0	0	0	0 (0.08)
Utsignal VVX (%)	20	20	20	20	20
Tilluftsfäkt					
Akt bv TF (%)	4	4	4	4	4
Akt Tryck TF (Pa)	4	4	4	4	3
Akt Flöde TF (l/s)	306	300	251	318	287
Akt Effekt TF (W)	126	126	101	139	120
Drifttid TF (h)	8684	8878	9070	9670	10180
Frånluftsfäkt					
Akt bv FF (Pa)	55	55	55	55	55
Akt Tryck FF (Pa)	56	56	56	55	54
Akt Flöde FF (l/s)	382	383	383	378	369
Akt Effekt FF (W)	149	154	154	148	150
Drifttid FF (h)	8682	8876	9067	9667	10177
SFP					
SFP TF (Kw/m3/s)	0.41	0.41	0.41	0.43	0.41
SFP FF (Kw/m3/s)	0.39	0.4	0.4	0.39	0.39
SFT Tot (Kw/m3/s)	0.52	0.52	0.51	0.53	0.52
LB2					
Tilluft fläkt (%)	49	50	51	50	51
Avluft fläkt (%)	65	65	65	64	65
Tilluft (T)	20	20	20	20	20
Frånluft (T)	22 (20)	22	22	21	22
Uteluft (T)	7	5	4	3	5
SHG (%)	0	0	0	0	0
Ack En (ack flöde)	0	0	0	0	0 (10.95)
Utsignal VVX (%)	74	75	79	86	77
Tilluftsfäkt					
Akt bv TF (Pa)	150	150	150	150	150
Akt Tryck TF (Pa)	153	148	150	148	149
Akt Flöde TF (l/s)	963	953	977	945	974
Akt Effekt TF (W)	572	648	669	684	657
Drifttid TF (h)	5752	5947	6138	6738	7248

Frånluftsfläkt					
Akt bv FF (Pa)	270	270	270	270	270
Akt Tryck FF (Pa)	270	270	269	271	272
Akt Flöde FF (l/s)	1109	1110	1098	1080	1094
Akt Effekt FF (W)	1357	1374	1382	1290	1290
Drifttid FF (h)	5754	5948	6140	6740	7250 15
SFP					
SFP TF (Kw/m3/s)		0.68	0.68	0.72	0.69
SFP FF (Kw/m3/s)		1.24	1.2	1.19	1.18
SFT Tot (Kw/m3/s)		1.89	1.87	1.88	1.88

LB3					
Tilluft fläkt (%)	52	52	52	50	52
Avluft fläkt (%)	52	53	52	54	56
Tilluft (T)	20	20	20	20	20
Frånluft (T)	23	23	23	24	22
Uteluft (T)	7	5	4	3	5
SHG (%)	0	0	0	0	0 (4.10)
Ack En (ack flöde)	0	0	0	0	(282.67)
Utsignal VVX (%)		81	84	78	87
Tilluftsfläkt					
Akt bv TF (Pa)	175	175	175	175	175
Akt Tryck TF (Pa)	174	177	180	173	174
Akt Flöde TF (l/s)	988	1001	984	1000	966
Akt Effekt TF (W)	690	678	665	694	700
Drifttid TF (h)	10398	10593	10784	11384	11894
Frånluftsfläkt					
Akt bv FF (Pa)	115	115	115	115	115
Akt Tryck FF (Pa)	117	116	109	118	117
Akt Flöde FF (l/s)	1063	1071	1023	1087	1069
Akt Effekt FF (W)	686	696	750	718	753
Drifttid FF (h)	10394	10588	10779	11379	11889
SFP					
SFP TF (Kw/m3/s)		0.61	0.64	0.70	0.65
SFP FF (Kw/m3/s)		1.23	1.21	1.17	1.2
SFT Tot (Kw/m3/s)		1.85	1.9	1.83	1.86

LK1					
Utetemp (T)	7	5	4	3	5
GT1 (T)	(19)	13.9	12.7	11.4	12.3
GT21 (T)	17 (-3)	16	14	13	13
SV31 (%)	100	100	100	100	100
GP1 (Pa)	436	430	478	534	522

Energimätare UC					
Kallvattenmätare (m3)	6436	6469	6502	6606	6 699
Ack Energi (MWh)	4353.38	4368.84	4383.59	4442.67	4490.42
Ack Volym (m3)	89132.6	89462.2	89777.6	90925.7	91873.6
Mom Effekt (kW)	52.10	74.8	75	84.1	78
Mom Flöde (m3/h)	1.2	1.75	1.71	2.03	1.75
Fjärrvärme Tillopp (T)	77	79	83	81	83
Fjärrvärme Retur (T)	36	39	42	43	41
Delta (T)	40.2	40.5	40.6	37.9	42.2

BILAGA 3 TÄTHETSPROVNING OCH TERMOGRAFERING

Brf Storuven, Hornsgatan 88, Brännkyrkagatan 77

Beställare:	Brf Storuven Kontaktperson: Östen Johansson (styrelseordförande)
Objekt:	Brf Storuven. 6 lägenheter
Uppdrag:	Bestämning av lufttäthet i lgh 8 och 19 på Hornsgatan 88 samt lgh 26, 33, 40 och 42 på Brännkyrkagatan 77. Utöver detta genomföra termografering för spårning av förekommande otätheter. Detta har utförts med följande mätutrustning: <ul style="list-style-type: none">• Mätningen utfördes enligt den Svenska och Europeiska standarden SS-EN 13829 ”Byggnaders termiska egenskaper - Bestämning av byggnaders lufttäthet” med täthetsprovningutrustning fabrikat Minneapolis Blower door med tillhörande datorprogram Tectite software 3.1.2.0• Termograferingen utfördes med värmekamera Testo 880. Instrumentets mätosäkerhet uppges vara $\pm 2\%$.
Provningsdagar:	2015-02-06 (lgh 8, 19), 2015-02-16 (lgh 26, 42), 2015-02-18 (lgh 33, 40)
Mätningen utförd av:	Emil Kolvik, Jens Penttilä, Peter Ericsson, Måns Andersson WSP Environmental Arenavägen 7 S-121 88 Stockholm-Globen Tel: 010-722 50 00 WSP Sverige AB Org nr: 556057-4880 Styrelsens säte: Stockholm www.wspgroup.se

Bakgrund

WSP Environmental, avdelning för Byggnadsfysik, har anlåtats för att bestämma lufttätheten i sex lägenheter i bostadsrättsföreningen Storuven. Föreningen består av två bostadshus separerade av en innergård. Det ena huset (Hus A) har entré mot Hornsgatan och det andra (Hus B) har entré mot Brännkyrkagatan. I Hus A finns endast ett trapphus, i Hus B finns två. För att få ett så representativt resultat som möjligt har täthetsprovning och termografering genomförts i två lägenheter i varje trappuppgång.

Bestämning av lufttäthet

Mätförfarande

Samtliga tilluftsdon och frånluftsdon tätades. Tilluftsdonen förslöts med tejp eller luftfyllda gummiblåsor. Vattnelås fylldes och luckor till schakt och backventiler förslöts med tejp.

Ytterdörren till trapphuset alternativt balkongdörren ersattes med en vindtät duk, uppspänd på en ram, som fläkt-utrustningen monterades i. Dukens anslutning och tätning till dörrkarmen kontrollerades när byggnaden försatts under tryck. Genom flödesjustering av fläkten skapades enligt svensk standard både över- respektive undertryck i byggnaden.

Täthetskrav

I BBR 2009 förtydligas täthetskravet i en egen punkt i energiavsnittet, punkt 9:21.

9:21 Klimatskärmens lufttätethet

Byggnadens klimatskärm ska vara så tät att krav på byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning uppfylls. (BFS 2008:20).

Allmänt råd

Ytterligare regler om klimatskärmens lufttätethet ur fukt- och ventilations-synpunkt framgår av avsnitten 6:255 Täthet och 6:531 Lufttätethet. Regler om täthet mot brandspridning, finns i avsnitt 5 Brandskydd. (BFS 2008:20).

Byggnadens lufttätethet spelar en stor roll för byggnadens totala energianvändning och ska därför beaktas i hela byggprocessen.

Beräkningsmetod enligt SS-EN 13829

Lufttätetheten på större byggnader är ofta komplicerade att bestämma. Varje lägenhet kan betraktas som en separat zon i byggnaden där lägenhetsavskiljande väggar, golv och tak fungerar som omslutande ytor.

För att undvika att luft sprids mellan lägenheterna, t ex matos och tobaksrök, rekommenderas varje lägenhet uppföras lika tät som byggnaden som helhet. Detta får till följd att den omslutande ytan som redovisas vid täthetsprovningen avser således även lägenhetsskiljande ytor. Detta är ett avsteg från BBR, men ger ett mer korrekt resultat avseende uppmätt lufttätethet då vi under mätningen även projicerar en tryckskillnad över lägenhetsskiljande ytor.

Resultat lufttätethet

Beräkningsmetod enligt svensk och europeisk standard SS-EN 13829 med både undertrycks- och övertrycksmätning.

Lägenhet 8, plan 3, Hus A

Beräknad omslutningsarea: 388 m²

Fläkt monterades i dörr mot trapphus.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	114	0,29
Övertryck 50 Pa	121	0,31
Medelvärde	117,5	0,30

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	0
Inomhustemperatur °C	22
Vindstyrka m/s	1,5-3,0

Lägenhet 19, plan 6, Hus A

Beräknad omslutningsarea: 362 m²

Fläkt monterades i balkongdörr.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	183	0,51
Övertryck 50 Pa	211	0,58
Medelvärde	197	0,55

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	-1
Inomhustemperatur °C	21
Vindstyrka m/s	1,5-3,0

Lägenhet 26, plan 1, Hus B, trappuppgång A

Beräknad omslutningsarea: 254 m²

Fläkt monterades i dörr mot trapphus.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	148	0,58
Övertryck 50 Pa	154	0,61
Medelvärde	151	0,59

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	2
Inomhustemperatur °C	21
Vindstyrka m/s	1,5-3,0

Lägenhet 42, plan 5, Hus B, trappuppgång A

Beräknad omslutningsarea: 254 m²

Fläkt monterades i dörr mot trapphus.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	163	0,64
Övertryck 50 Pa	187	0,74
Medelvärde	175	0,69

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	2
Inomhustemperatur °C	21
Vindstyrka m/s	1,5-3,0

Lägenhet 33, plan 3, Hus B, trappuppgång B

Beräknad omslutningsarea: 254 m²

Fläkt monterades i dörr mot trapphus.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	99	0,39
Övertryck 50 Pa	108	0,41
Medelvärde	103,5	0,4

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	4
Inomhustemperatur °C	21
Vindstyrka m/s	1,5-3,0

Lägenhet 40, plan 5, Hus B, trappuppgång B

Beräknad omslutningsarea: 254 m²

Fläkt monterades i dörr mot trapphus.

	Läckflöde, liter/sekund	Läckage, l/s och m ² omslutande area
Undertryck 50 Pa	158	0,62
Övertryck 50 Pa	174	0,69
Medelvärde	166	0,66

Klimatförutsättningarna under mätningarna var följande:

Utomhustemperatur °C	4
Inomhustemperatur °C	21
Vindstyrka m/s	3,5-5,5

Termografering

Mätförfarande

Lägenheten försattes i 50 Pa undertryck med hjälp av täthetsprovningstrustningen. Efter att ha försatt lägenheten i undertryck i cirka en halvtimme kan med hjälp av värmekamera otätheter urskiljas där uteluft strömmar förbi och kyler ner klimatskärmen. Där nedkylda ytor kan påvisas och luftläckage kan misstänkas, kontrolleras luftläckagen.

Förutsättningar

Lufttemperatur utomhus under ett dygn före termograferingen	-3 till - 2 °C
Solbestrålning på byggnaden ett halvt dygn före termograferingen	Natt
Solbestrålning på byggnaden under termograferingen	Växlande molnighet
Uppvärmning:	Radiatorer

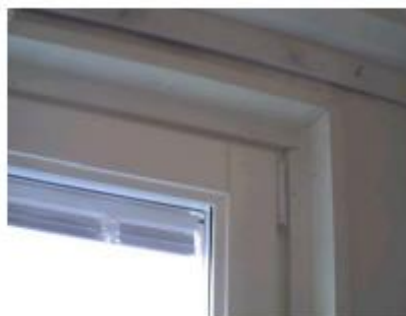
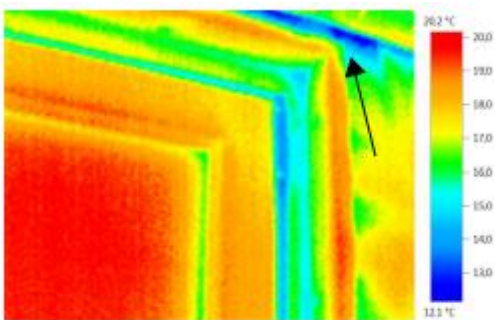
Resultat termografering

Indikerade luftläckagekällor:

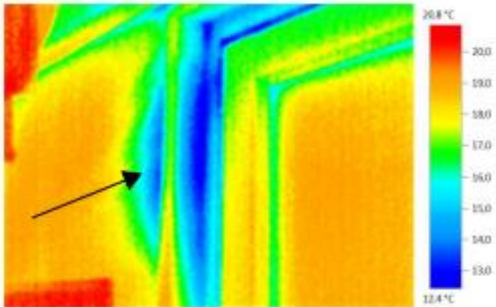
- Fönsterkarmar
Läckage noterades vid fönsterkarmarnas yttersidor på alla sidor av fönstret. Detsamma gäller balkongdörrskarmar.
- Golv-/takvinklar
I takvinklarna noterades läckage vid sprickor och i hörn.
- Fönster
Genomgående för samtliga fönster är att läckage uppstår vid genomföring för persiennsnören. I vissa fönster detekterades läckage vid gångjärn.
- Balkongdörrar
Även vid balkongdörrar uppstod läckage vid genomföring för persiennsnören. I vissa lägenheter noterades även läckage vid dörrens undersida.
- Schakt för VVC och kallvatten
I lägenheter där schakt för VVC och kallvatten var placerat i kök noterades varmt luftläckage vid inspektionsluckor och golvnivå (se lägenhet 33 i bildbilagan). På grund av att schaktet och lägenheterna är skilda brandceller är detta problematiskt.

Bildserie från termografering

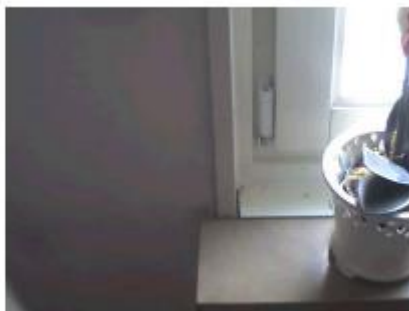
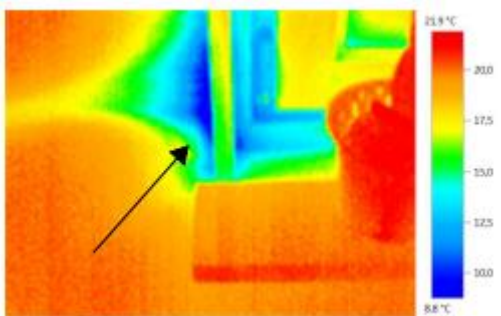
Lägenhet 8



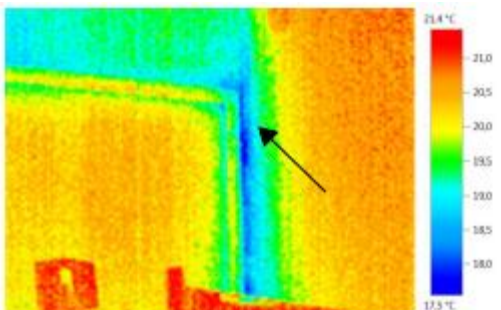
Punkt 1: Luftläckage under taklist



Punkt 2: Luftläckage utsida fönsterkarm

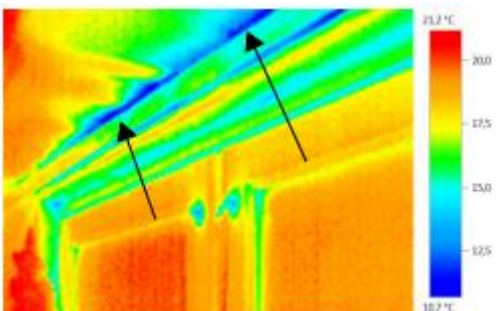


Punkt 3: Luftläckage utsida fönsterkarm



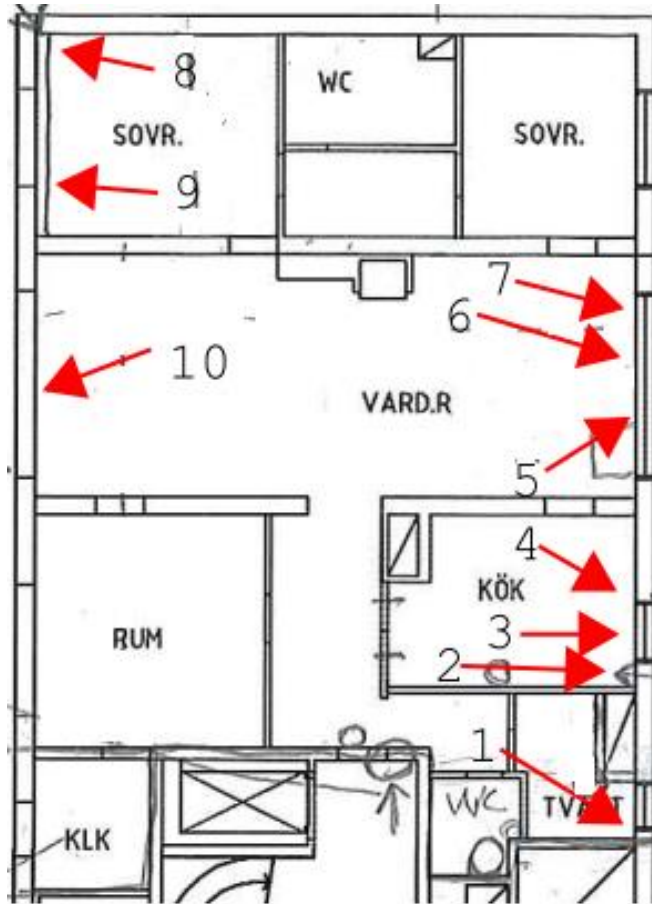
Punkt 4: Köldbrygga samt luftläckage i hörn mot yttervägg

Punkt 5: Luftläckage vid hål för persiennsnören

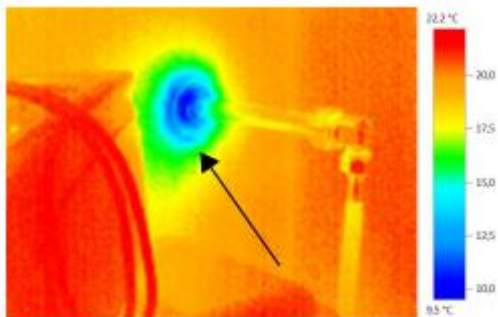


Punkt 6: Luftläckage i väggspäckor ovanför fönster

Lägenhet 19



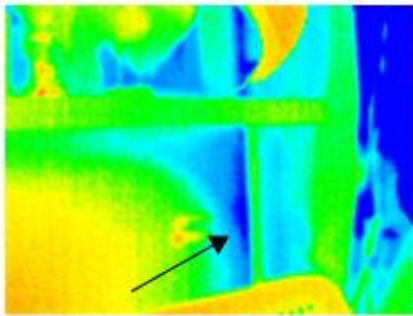
Punkt 1: Luftläckage vid hål för persiennsnören och ovanför dörrlist.



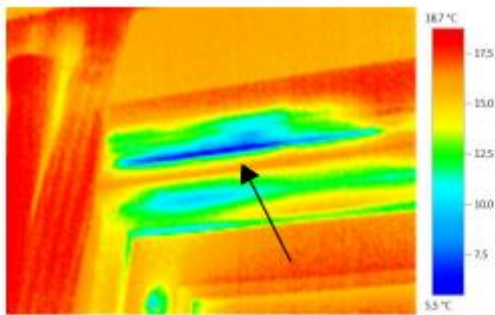
Punkt 2: Köldbrygga vid väggenomföring

Punkt 3: Luftläckage vid fönsterkarm på fönstrets undersida

Punkt 4: Luftläckage bakom vertikal plankor strax ovanför golvnivå



Punkt 5: Luftläckage kantlist



Punkt 6: Luftläckage vid sprickor ovanför fönster

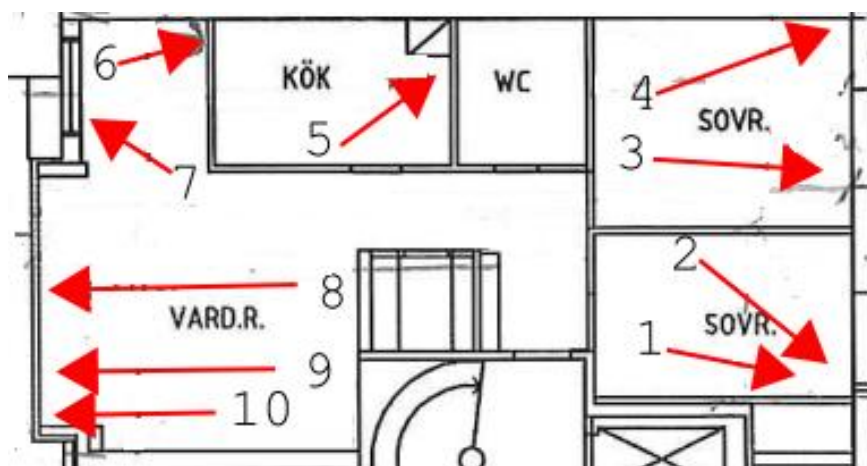
Punkt 7: Luftläckage list under fönsterbräda

Punkt 8: Läckage vid golvlister

Punkt 9: Luftläckage runt fönsterkarm

Punkt 10: Läckage vid fönsterkarm

Lägenhet 26

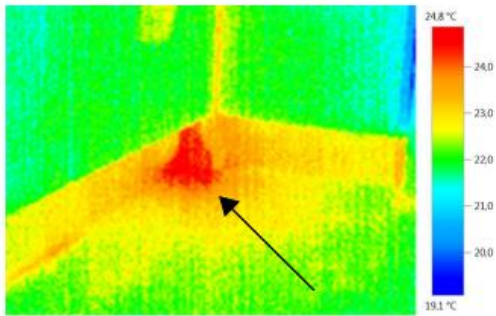


Punkt 1: Luftläckage i spricka vid väggskarv

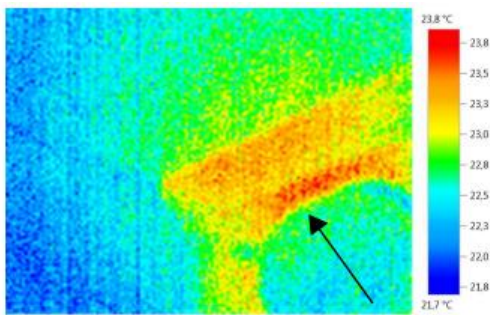
Punkt 2: Luftläckage vid skarv mellan vägg och tak

Punkt 3: Läckage vid nedre fönsterkarm

Punkt 4: Luftläckage i hörn mot yttervägg



Punkt 5: Varmt luftläckage vid flera punkter längs med schakt



Punkt 6: Luftläckage runt frånluftsdon

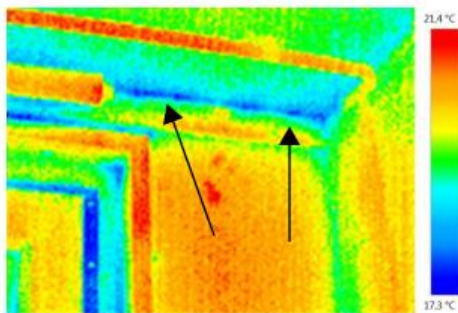
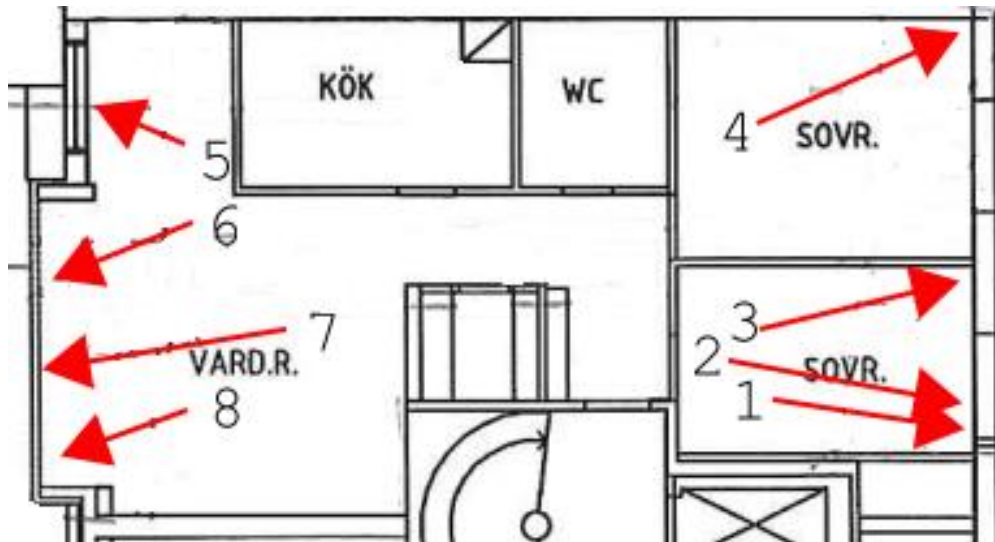
Punkt 7: Luftläckage vid balkongdörrens undersida

Punkt 8: Luftläckage i övre hörn

Punkt 9: Luftläckage vid gångjärn på fönster

Punkt 10: Luftläckage i nedre hörn

Lägenhet 42



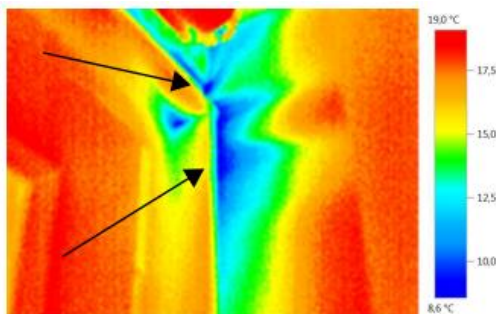
Punkt 1: Luftläckage vid sprickor i skarv mellan vägg och tak

Punkt 2: Luftläckage vid gångjärn och fönsterkarm

Punkt 3: Luftläckage vid sprickor i hörn

Punkt 4: Luftläckage

Punkt 5: Läckage överkant fönsterkarm

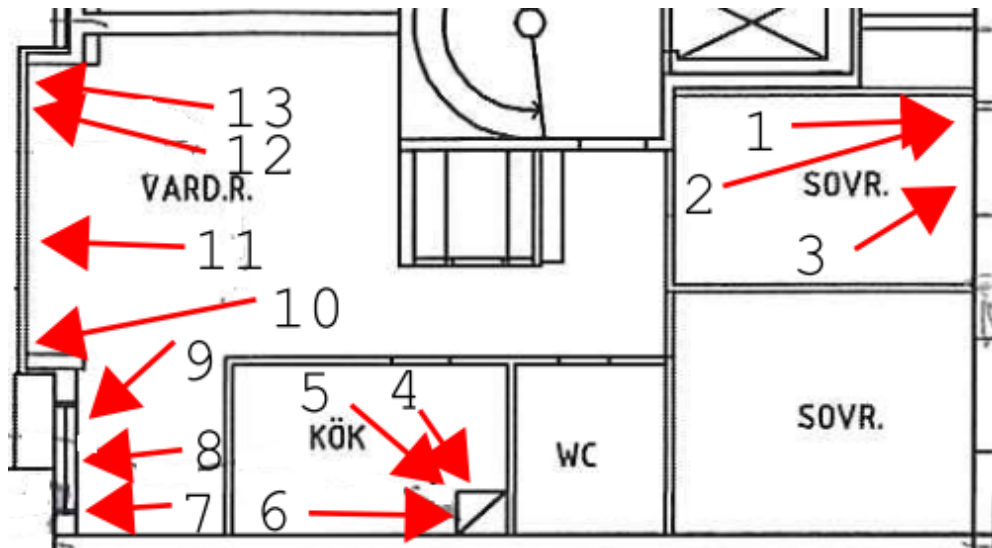


Punkt 6: Luftläckage genom sprickor

Punkt 7: Luftläckage genom sprickor i skarv mellan yttervägg och bjälklag

Punkt 8: Luftläckage i hörn under fönsterbräde

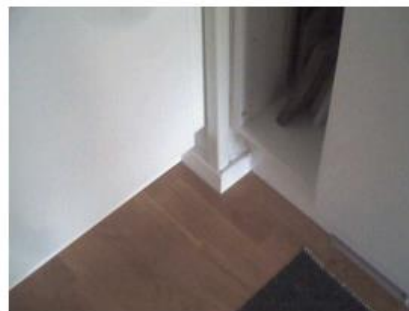
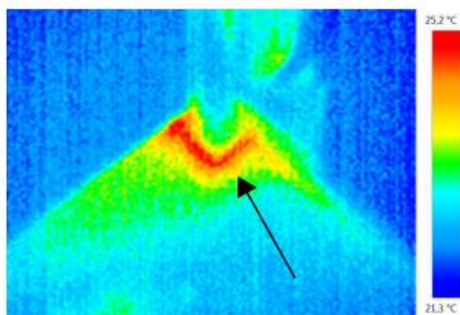
Lägenhet 33



Punkt 1: Luftläckage vid spricka vid vägg

Punkt 2: Luftläckage vid hörn

Punkt 3: Luftläckage utsida av fönsterkarm



Punkt 4: Varmt luftläckage vid golvnivå där hörn gränsar mot schakt

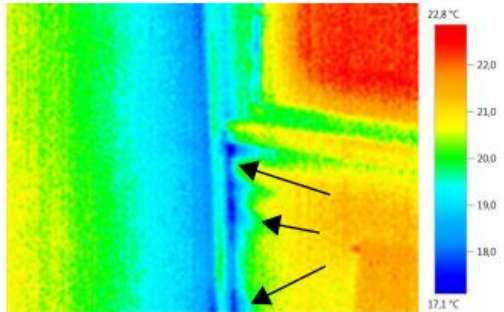
Punkt 5: Varmt luftläckage vid lucka till schakt

Punkt 6: Varmt luftläckage mot schakt

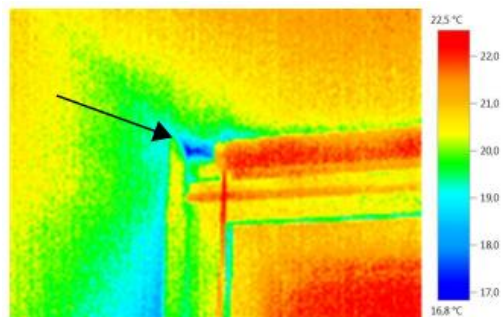
Punkt 7: Luftläckage vid gångjärn på fönster

<p>Punkt 8: Luftläckage under balkongdörr</p>	
<p>Punkt 9: Luftläckage vid dörrkarm</p>	
<p>Punkt 10: Luftläckage vid sprickor i hörn ovanför fönster</p>	
<p>Punkt 11: Luftläckage i sprickor ovanför fönster samt i hål för persiennsnören</p>	
<p>Punkt 12: Luftläckage i sprickor</p>	
<p>Punkt 13: Luftläckage vid nedre fönsterkarm</p>	
<p>Lägenhet 40</p>	

Punkt 1: Luftläckage vid golvlist



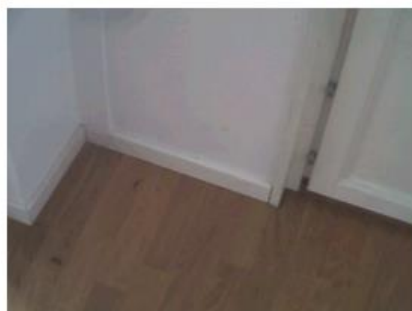
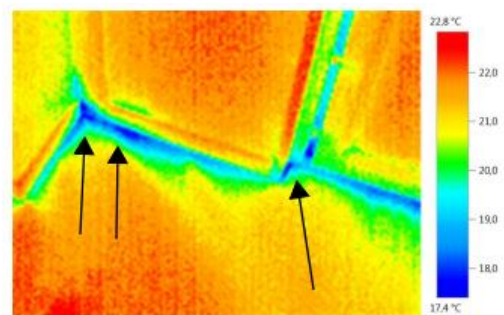
Punkt 2: Luftläckage vid hörnlist



Punkt 3: Luftläckage

Punkt 4: Luftläckage

Punkt 5: Luftläckage



Punkt 6: Luftläckage vid golvlist

Punkt 7: Luftläckage vid gångjärn balkongdörr

BILAGA 4: TÄTHETSPROVNING PROTOKOLL

Lägenhet 8

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150206 Test File: press lgh x plan 3 h88		Technician: EK, JP, PE		Date of Test: 20150206 Test File: press lgh 8 plan 3 h88 rätt		Technician: EK, JP, PE	
Customer: Brf Storruven		Building Address: Storruven h88 plan 3 Hornsgatan 88		Customer: Brf Storruven		Building Address: Storruven h88 plan 3 Hornsgatan 88	
Phone: Fax:				Phone: Fax:			
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	114 lps (+/- 0.5 %) 1.26 ACH (1/h) 0.88 lps/m ² Floor Area			Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	121 lps (+/- 0.6 %) 1.34 ACH (1/h) 0.94 lps/m ² Floor Area		
Leakage Areas:	144.0 cm ² (+/- 2.8 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 72.0 cm ² (+/- 4.4 %) LBL ELA @ 4 Pa			Leakage Areas:	140.1 cm ² (+/- 3.1 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 66.6 cm ² (+/- 4.9 %) LBL ELA @ 4 Pa		
Minneapolis Leakage Ratio:	0.29 lps/m ² Surface Area			Minneapolis Leakage Ratio:	0.31 lps/m ² Surface Area		
Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 6.9 (+/- 6.9 %) Exponent (n) = 0.717 (+/- 0.018) Correlation Coefficient = 0.99809			Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 5.9 (+/- 7.6 %) Exponent (n) = 0.772 (+/- 0.020) Correlation Coefficient = 0.99801		
Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization	Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Pressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard	Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door			Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	22 °C	Volume:	325 m ³	Inside Temperature:	22 °C	Volume:	325 m ³
Outside Temperature:	0 °C	Surface Area:	388 m ²	Outside Temperature:	0 °C	Surface Area:	388 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	129 m ²	Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	129 m ²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of		Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %	Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %
Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963	Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963
Type of Air Conditioning:	None			Type of Air Conditioning:	None		
Type of Ventilation:	FT			Type of Ventilation:	FT		

Lägenhet 19

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150206 Test File: DEPRESS STORUVEN		Technician: EK, JP, PE		Date of Test: 20150206 Test File: PRESS STORUVEN		Technician: EK, JP, PE	
Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén Hornsgatan 88		Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén Hornsgatan 88	
Phone: Fax:				Phone: Fax:			
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	183 lps (+/- 0.6 %) 2.05 ACH (1/h) 1.44 lps/m² Floor Area			Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	211 lps (+/- 0.5 %) 2.37 ACH (1/h) 1.66 lps/m² Floor Area		
Leakage Areas:	243.1 cm² (+/- 3.1 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 124.8 cm² (+/- 5.0 %) LBL ELA @ 4 Pa			Leakage Areas:	311.5 cm² (+/- 2.7 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 169.9 cm² (+/- 4.3 %) LBL ELA @ 4 Pa		
Minneapolis Leakage Ratio:	0.51 lps/m² Surface Area			Minneapolis Leakage Ratio:	0.58 lps/m² Surface Area		
Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 12.4 (+/- 7.8 %) Exponent (n) = 0.688 (+/- 0.021) Correlation Coefficient = 0.99732			Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 18.5 (+/- 6.7 %) Exponent (n) = 0.622 (+/- 0.018) Correlation Coefficient = 0.99760		
Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization	Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Pressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard	Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door			Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	321 m³	Inside Temperature:	21 °C	Volume:	321 m³
Outside Temperature:	-1 °C	Surface Area:	362 m²	Outside Temperature:	-1 °C	Surface Area:	362 m²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	127 m²	Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	127 m²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of		Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %	Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %
Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963	Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963
Type of Air Conditioning:	None			Type of Air Conditioning:	None		
Type of Ventilation:	FT			Type of Ventilation:	FT		

Lägenhet 26

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150213 Test File: depress lgh 26 Str b77A		Technician: EK, JP, PE		Date of Test: 20150213 Test File: press lgh 26 Str b77A		Technician: EK, JP, PE	
Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén lgh 26 1tr Brännkyrkagatan 77A		Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén lgh 26 1tr Brännkyrkagatan 77A	
Phone:		Fax:		Phone:		Fax:	
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	148 lps (+/- 0.3 %) 2.75 ACH (1/h) 1.90 lps/m ² Floor Area			Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	154 lps (+/- 0.5 %) 2.87 ACH (1/h) 1.98 lps/m ² Floor Area		
Leakage Areas:	206.0 cm ² (+/- 1.5 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 108.7 cm ² (+/- 2.5 %) LBL ELA @ 4 Pa			Leakage Areas:	226.3 cm ² (+/- 2.5 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 123.0 cm ² (+/- 4.0 %) LBL ELA @ 4 Pa		
Minneapolis Leakage Ratio:	0.58 lps/m ² Surface Area			Minneapolis Leakage Ratio:	0.61 lps/m ² Surface Area		
Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 11.3 (+/- 3.9 %) Exponent (n) = 0.658 (+/- 0.010) Correlation Coefficient = 0.99928			Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 13.3 (+/- 6.2 %) Exponent (n) = 0.627 (+/- 0.016) Correlation Coefficient = 0.99795		
Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization	Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Pressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard	Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door			Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³	Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³
Outside Temperature:	2 °C	Surface Area:	254 m ²	Outside Temperature:	2 °C	Surface Area:	254 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²	Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of		Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %	Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %
Type of Heating:	Radiatorer	Year of Construction:	1963	Type of Heating:	Radiatorer	Year of Construction:	1963
Type of Air Conditioning:	None			Type of Air Conditioning:	None		
Type of Ventilation:	FT			Type of Ventilation:	FT		
<p>A log-log plot showing Building Leakage (lps) on the y-axis (ranging from 30 to 200) versus Building Pressure (Pa) on the x-axis (ranging from 4 to 70). The data points form a straight line with a positive slope, indicating a power-law relationship between leakage and pressure.</p>				<p>A log-log plot showing Building Leakage (lps) on the y-axis (ranging from 30 to 200) versus Building Pressure (Pa) on the x-axis (ranging from 4 to 70). The data points form a straight line with a positive slope, indicating a power-law relationship between leakage and pressure.</p>			

Lägenhet 33

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150218 Test File: depress 1 gh 33 plan 3 b77b		Technician: EK, MA, PE		Date of Test: 20150218 Test File: press 1 gh 33 plan 3 b77b		Technician: EK, MA, PE	
Customer: Brf Storruven		Building Address: Storruven lgh 33 3tr Brännkyrkagatan 77B		Customer: Brf Storruven		Building Address: Storruven lgh 33 3tr Brännkyrkagatan 77B	
Phone: Fax:				Phone: Fax:			
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)		99 lps (+/- 0.3 %) 1.83 ACH (1/h) 1.27 lps/m ² Floor Area		Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)		105 lps (+/- 0.6 %) 1.95 ACH (1/h) 1.35 lps/m ² Floor Area	
Leakage Areas:		138.6 cm ² (+/- 1.5 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 73.4 cm ² (+/- 2.4 %) LBL ELA @ 4 Pa		Leakage Areas:		143.2 cm ² (+/- 3.1 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 74.7 cm ² (+/- 5.0 %) LBL ELA @ 4 Pa	
Minneapolis Leakage Ratio:		0.39 lps/m ² Surface Area		Minneapolis Leakage Ratio:		0.41 lps/m ² Surface Area	
Building Leakage Curve:		Flow Coefficient (C) = 7.6 (+/- 3.8 %) Exponent (n) = 0.654 (+/- 0.010) Correlation Coefficient = 0.99931		Building Leakage Curve:		Flow Coefficient (C) = 7.6 (+/- 7.8 %) Exponent (n) = 0.672 (+/- 0.020) Correlation Coefficient = 0.99724	
Test Standard:		EN 13829		Test Standard:		EN 13829	
Type of Test Method:		B		Type of Test Method:		B	
Equipment:		Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		Equipment:		Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door	
		Regulation complied with: Svensk Standard				Regulation complied with: Svensk Standard	
Inside Temperature:		21 °C		Inside Temperature:		21 °C	
Outside Temperature:		4 °C		Outside Temperature:		4 °C	
Barometric Pressure:		101325 Pa		Barometric Pressure:		101325 Pa	
Wind Class:		2 Light Breeze		Wind Class:		2 Light Breeze	
Building Wind Exposure:		Highly Protected Building		Building Wind Exposure:		Highly Protected Building	
Type of Heating:		Radiatorer		Type of Heating:		Radiatorer	
Type of Air Conditioning:		None		Type of Air Conditioning:		None	
Type of Ventilation:		FT		Type of Ventilation:		FT	
Volume:		194 m ³		Volume:		194 m ³	
Surface Area:		254 m ²		Surface Area:		254 m ²	
Floor Area:		78 m ²		Floor Area:		78 m ²	
Uncertainty of Building Dimensions:		2 %		Uncertainty of Building Dimensions:		2 %	
Year of Construction:		1963		Year of Construction:		1963	

Lägenhet 40

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150218 Test File: depress 1 gh 40 plan 5 b77b		Technician: EK, MA, PE		Date of Test: 20150218 Test File: press 1 gh 40 plan 5 b77b		Technician: EK, MA, PE	
Customer: Brf Storuvn		Building Address: Storuvn lgh 40 Str Brännkyrkagatan 77B		Customer: Brf Storuvn		Building Address: Storuvn lgh 40 Str Brännkyrkagatan 77B	
Phone: Fax:				Phone: Fax:			
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	158 lps (+/- 0.3 %) 2.93 ACH (1/h) 2.02 lps/m ² Floor Area			Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	174 lps (+/- 0.2 %) 3.23 ACH (1/h) 2.23 lps/m ² Floor Area		
Leakage Areas:	219.5 cm ² (+/- 1.4 %) 115.7 cm ² (+/- 2.2 %) LBL ELA @ 4 Pa	Canadian EqLA @ 10 Pa		Leakage Areas:	270.3 cm ² (+/- 1.2 %) 151.7 cm ² (+/- 1.9 %) LBL ELA @ 4 Pa	Canadian EqLA @ 10 Pa	
Minneapolis Leakage Ratio:	0.62 lps/m ² Surface Area			Minneapolis Leakage Ratio:	0.69 lps/m ² Surface Area		
Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 12.0 (+/- 3.5 %) Exponent (n) = 0.659 (+/- 0.009) Correlation Coefficient = 0.99942			Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 17.2 (+/- 3.0 %) Exponent (n) = 0.591 (+/- 0.008) Correlation Coefficient = 0.99947		
Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization	Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Pressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard	Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door			Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³	Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³
Outside Temperature:	4 °C	Surface Area:	254 m ²	Outside Temperature:	4 °C	Surface Area:	254 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²	Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²
Wind Class:	3 Gentle Breeze	Uncertainty of		Wind Class:	3 Gentle Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %	Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %
Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963	Type of Heating:	Radiator	Year of Construction:	1963
Type of Air Conditioning:	None			Type of Air Conditioning:	None		
Type of Ventilation:	FT			Type of Ventilation:	FT		

Lägenhet 42

BUILDING LEAKAGE TEST				BUILDING LEAKAGE TEST			
Date of Test: 20150213 Test File: depress lgh 42 plan 5 b77a		Technician: EK, JP, PE		Date of Test: 20150213 Test File: press lgh 42 plan 5 b77a		Technician: EK, JP, PE	
Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén lgh 42 plan 5 Brännkyrkagatan 77A		Customer: Brf Storuvén		Building Address: Storuvén lgh 42 plan 5 Brännkyrkagatan 77A	
Phone: Fax:				Phone: Fax:			
Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	163 lps (+/- 0.5 %) 3.03 ACH (1/h) 2.09 lps/m ² Floor Area			Airflow at 50 Pascals: (50 Pa = 0.2 w.c.)	187 lps (+/- 0.3 %) 3.47 ACH (1/h) 2.39 lps/m ² Floor Area		
Leakage Areas:	218.1 cm ² (+/- 2.3 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 112.5 cm ² (+/- 3.8 %) LBL ELA @ 4 Pa			Leakage Areas:	268.0 cm ² (+/- 1.3 %) Canadian EqLA @ 10 Pa 143.8 cm ² (+/- 2.0 %) LBL ELA @ 4 Pa		
Minneapolis Leakage Ratio:	0.64 lps/m ² Surface Area			Minneapolis Leakage Ratio:	0.74 lps/m ² Surface Area		
Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 11.3 (+/- 5.9 %) Exponent (n) = 0.683 (+/- 0.016) Correlation Coefficient = 0.99844			Building Leakage Curve:	Flow Coefficient (C) = 15.3 (+/- 3.2 %) Exponent (n) = 0.640 (+/- 0.008) Correlation Coefficient = 0.99947		
Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Depressurization	Test Standard:	EN 13829	Test Mode:	Pressurization
Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard	Type of Test Method:	B	Regulation complied with:	Svensk Standard
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door			Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³	Inside Temperature:	21 °C	Volume:	194 m ³
Outside Temperature:	2 °C	Surface Area:	254 m ²	Outside Temperature:	2 °C	Surface Area:	254 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²	Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of		Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %	Building Wind Exposure:	Highly Protected Building	Building Dimensions:	2 %
Type of Heating:	Radiatorer	Year of Construction:	1963	Type of Heating:	Radiatorer	Year of Construction:	1963
Type of Air Conditioning:	None			Type of Air Conditioning:	None		
Type of Ventilation:	FT			Type of Ventilation:	FT		

BILAGA 5 LUFTTÄTHETSPROVNING, NYA LÄGENHETER

ByggMiljöGruppen

Uppdrag: RB 14011
sid 1 av 2**LUFTTÄTHETSPROVNINGSRAPPORT**

- Uppdragsgivare: Betegé Byggen AB
Att: Johan Söderlind
Ulvsundavägen 29
167 32 Bromma
- Objekt: Tillbyggnad med nya vindslägenheter vid Brännkyrkagatan 77,
Stockholm. Kv. Uven Större 20.
- Uppdrag: Täthetsprovning av lägenhet 48, 49, 50 och 51.
- Mätmetod: Enligt Svensk Standard SS 0215 51 (utgåva 2),
SS EN 138 29:2000
- Utfört: 2014-06-24
- Utfört av: Roland Blomquist, tel: 070-594 49 94.
- Provningsresultat: Erhållna värden framgår av bilaga 1-4.
- Slutresultat: Medelvärdet på uppmätta luftflöden vid 50 Pa under-
respektive övertryck motsvaras av nedanstående luftläckning
för de provade lägenheterna:
- Lägenhet 48 = $1,7 \text{ l/s m}^2$ vilket motsvarar: $6,25 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
- Lägenhet 49 = $2,1 \text{ l/s m}^2$ vilket motsvarar: $7,79 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
- Lägenhet 50 = $2,0 \text{ l/s m}^2$ vilket motsvarar: $7,37 \text{ m}^3/\text{h m}^2$
- Lägenhet 51 = $1,5 \text{ l/s m}^2$ vilket motsvarar: $5,43 \text{ m}^3/\text{h m}^2$

Solna 2014-06-24

ByggMiljöGruppen

BMG Roland Blomquist AB

Roland Blomquist
Utredningsingenjör



Luftläckagesökning

Samtidigt med lufttätetsprovningen utfördes luftläckagesökning med termoanemometer (dragmätare) i samtliga lägenheter med nedanstående resultat (tryckskillnad – 25 Pa invändigt):

Nedanstående generella täthetsbrister uppmättes i samtliga 4 lägenheter

Nedre plan

- Luftläckage uppmättes ställvis vid golvvinklar utmed samtliga ytterväggar, trapphusväggar och lägenhetsskiljande väggar i bottenplanet, $V = 0,3-1,0$ m/s. Undantag: Vid gavelyttväggar uppmättes inga luftläckage.
- Luftläckage uppmättes i tamburdörrar under trösklar samt mellan smyggar och anslutande golv, $V = 0,4-1,0$ m/s.
- Kraftiga luftläckage uppmättes kring inspektionsluckor för värmerör, data, elcentraler, etc. monterade i väggar i klädkammare, $V > 1,0$ m/s.
- Luftläckage uppmättes kring imkanaler till köksfläktar vid skåpsinklädning, $V = 0,7-1,0$ m/s.
- Luftläckage uppmättes vid rörslitsar mot golv i kök, $V = 0,5-1,0$ m/s. Gäller lgh 49 och 50.
- Luftläckage uppmättes vid altandörrar mellan smyggar och golv, $V = 0,5-0,8$ m/s.

Båda planen

- Luftläckage uppmättes i vägguttag, strömbrytare, TV-uttag, datauttag monterade på ytter- och mellanväggar, $V = 0,5-1,0$ m/s.
- Kraftiga luftläckage uppmättes genomgående i infällda spotlights på båda planen, $V > 1,0$ m/s.

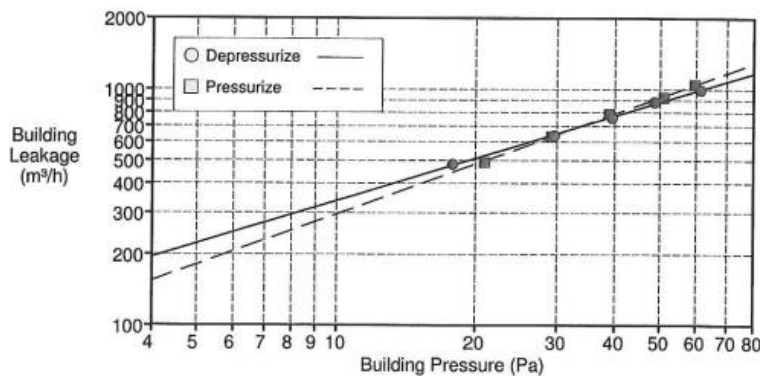
Övre planen

- Luftläckage uppmättes kring ventilationskanaler i snedtak och golv i garderober, $V = 0,5-1,0$ m/s.
- Luftläckage uppmättes ställvis vid golvvinklar utmed samtliga ytterväggar, mellanväggar och lägenhetsskiljande väggar, $V = 0,2-1,0$ m/s

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 2014-06-24	Technician: ByggMiljöGruppen		
Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 49			
Customer: Betege Byggen AB	Building Address: Brännkyrkagatan 77 Lägenhet 49		
Phone:			
Fax:			

	<u>Depressurization</u>	<u>Pressurization</u>	<u>Average</u>
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m³/h)	884 (+/- 0.7 %)	924 (+/- 0.6 %)	904
n50: Air Changes per Hour (1/h)			
w50: m³/(h*m² Floor Area)	11.33	11.84	11.59
q50: m³/(h*m² Surface Area)	7.62	7.96	7.79
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm²)	376.2 (+/- 2.7 %)	329.8 (+/- 2.8 %)	353.0
cm²/m² Surface Area	3.24	2.84	3.04
LBL ELA @ 4 Pa (cm²)	209.6 (+/- 4.3 %)	166.3 (+/- 4.5 %)	187.9
cm²/m² Surface Area	1.81	1.43	1.62
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	84.3 (+/- 6.7 %)	57.9 (+/- 7.0 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	84.9 (+/- 6.7 %)	57.9 (+/- 7.0 %)	
Exponent (n)	0.599 (+/- 0.018)	0.708 (+/- 0.018)	
Correlation Coefficient	0.99870	0.99899	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	
Outside Temperature:	15 °C	Surface Area:	116 m²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:		Year of Construction:	2014
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	None		



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 2014-06-24 Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 49

Comments

Anmärkning: Med omslutande yta menas ytor mot ute och icke uppvärmt utrymme dvs klimatskärmen

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
1.5	n/a				
-60.0	157.3	1008	996	-0.3	Ring B
-47.5	124.3	897	886	1.8	Ring B
-38.1	91.6	770	761	-0.7	Ring B
-28.3	64.4	647	639	-1.0	Ring B
-16.6	36.7	489	483	1.2	Ring B
1.0	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.5 p01+ = 2.9 p02- = -0.3 p02+ = 1.5					

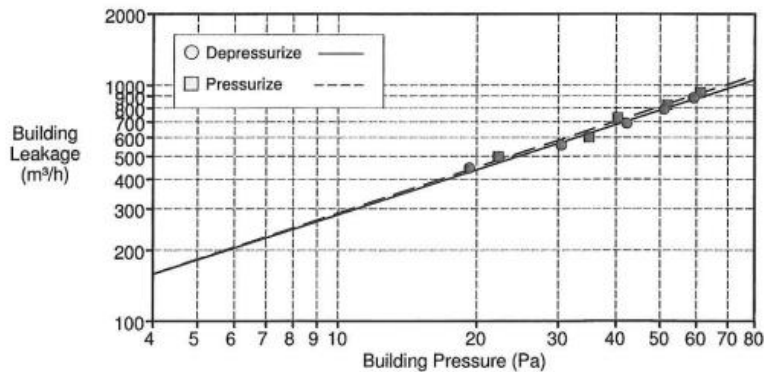
Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
0.9	n/a				
60.5	166.4	1036	1047	0.2	Ring B
51.8	129.5	915	925	-1.1	Ring B
39.8	93.2	777	785	1.7	Ring B
30.0	60.1	625	632	0.4	Ring B
21.8	36.1	485	490	-1.3	Ring B
0.9	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = 0.0 p01+ = 0.9 p02- = 0.0 p02+ = 0.9					

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 2014-06-24	Technician: ByggMiljöGruppen	
Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 51		
Customer: Betege Byggen AB	Building Address: Brännkyrkagatan 77 Lägenhet 51	
Phone:		
Fax:		

	<u>Depressurization</u>	<u>Pressurization</u>	<u>Average</u>
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m ³ /h)	784 (+/- 1.3 %)	812 (+/- 1.8 %)	798
n50: Air Changes per Hour (1/h)			
w50: m ³ /(h*m ² Floor Area)	10.05	10.42	10.23
q50: m ³ /(h*m ² Surface Area)	5.33	5.53	5.43
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm ²)	315.9 (+/- 5.5 %)	320.3 (+/- 8.9 %)	318.1
cm ² /m ² Surface Area	2.15	2.18	2.16
LBL ELA @ 4 Pa (cm ²)	170.7 (+/- 8.7 %)	170.9 (+/- 14.1 %)	170.8
cm ² /m ² Surface Area	1.16	1.16	1.16
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	65.5 (+/- 13.6 %)	64.9 (+/- 22.0 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	66.0 (+/- 13.6 %)	64.8 (+/- 22.0 %)	
Exponent (n)	0.633 (+/- 0.036)	0.647 (+/- 0.057)	
Correlation Coefficient	0.99525	0.98841	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		
Inside Temperature:	21 °C	Volume:	
Outside Temperature:	15 °C	Surface Area:	147 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:		Year of Construction:	2014
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	None		



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 2014-06-24 Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven Igh 51

Comments

Anmärkning: Med omslutande yta menas ytor mot ute och mot icke uppvärmt utrymme dvs klimatskärmen

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
3.5	n/a				
-55.3	124.1	896	885	1.6	Ring B
-47.3	99.3	802	792	-0.2	Ring B
-38.5	75.1	698	689	-2.1	Ring B
-26.7	49.0	564	557	-2.7	Ring B
-15.5	31.4	453	447	4.3	Ring B
4.0	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = 0.0 p01+ = 3.5 p02- = 0.0 p02+ = 4.0

Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
3.8	n/a				
63.6	131.4	922	932	2.2	Ring B
54.5	102.7	816	824	0.6	Ring B
42.9	79.6	718	726	4.8	Ring B
37.6	54.7	596	603	-4.3	Ring B
24.9	37.2	492	498	7.2	Ring B
1.4	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = -1.4 p01+ = 4.2 p02- = -0.1 p02+ = 1.6

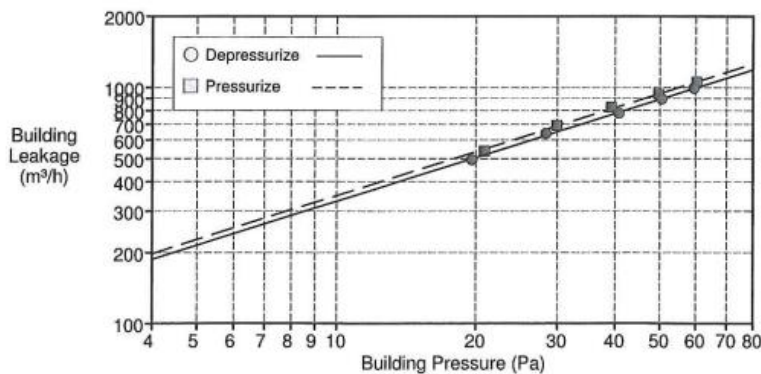
BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 2014-06-24
 Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 48
 Customer: Betege Byggen AB
 Phone:
 Fax:

Technician: ByggMiljöGruppen
 Building Address: Brännkyrkagatan 77
 Lägenhet 48

	<u>Depressurization</u>	<u>Pressurization</u>	<u>Average</u>
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m³/h)	892 (+/- 0.6 %)	944 (+/- 0.6 %)	918
n50: Air Changes per Hour (1/h)			
w50: m³/(h*m² Floor Area)	11.44	12.11	11.77
q50: m³/(h*m² Surface Area)	6.07	6.42	6.25
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm²)	368.9 (+/- 2.3 %)	389.5 (+/- 2.6 %)	379.2
cm²/m² Surface Area	2.51	2.65	2.58
LBL ELA @ 4 Pa (cm²)	202.2 (+/- 3.7 %)	213.2 (+/- 4.2 %)	207.7
cm²/m² Surface Area	1.38	1.45	1.41
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	79.3 (+/- 5.8 %)	84.1 (+/- 6.5 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	79.8 (+/- 5.8 %)	84.0 (+/- 6.5 %)	
Exponent (n)	0.617 (+/- 0.015)	0.618 (+/- 0.017)	
Correlation Coefficient	0.99909	0.99884	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	21 °C	Volume:	
Outside Temperature:	15 °C	Surface Area:	147 m²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:		Year of Construction:	2014
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	None		



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 2014-06-24 Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 48

Comments

Anmärkning: Med omslutande yta menas ytor mot ute och mot icke uppvärmt utrymme dvs klimatskärmen

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m ³ /h)	Temperature Adjusted Flow (m ³ /h)	% Error	Fan Configuration
-0.1	n/a				
-59.7	157.2	1008	995	0.3	Ring B
-50.8	127.3	907	896	-0.2	Ring B
-41.1	95.8	788	778	-1.0	Ring B
-28.6	64.6	648	640	1.8	Ring B
-19.9	38.6	501	495	-1.1	Ring B
-0.6	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.3 p01+ = 0.4 p02- = -0.6 p02+ = 0.1					

Data Points: Pressurization:

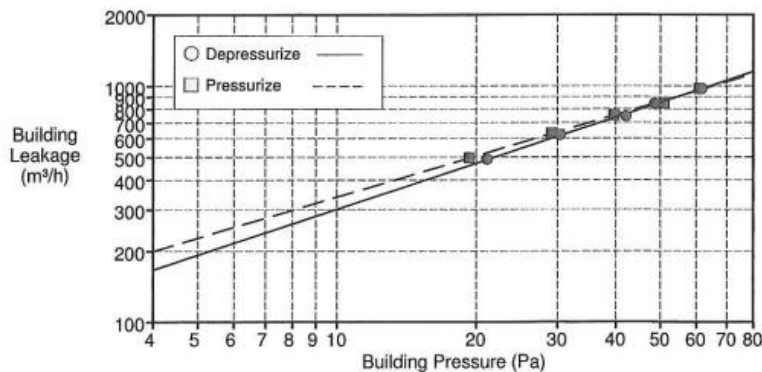
Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m ³ /h)	Temperature Adjusted Flow (m ³ /h)	% Error	Fan Configuration
-0.4	n/a				
59.9	168.5	1043	1054	-0.6	Ring B
49.4	133.1	927	937	-0.5	Ring B
39.0	102.8	816	825	1.2	Ring B
29.7	72.2	684	692	0.3	Ring B
20.6	43.6	533	538	-2.5	Ring B
-0.1	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.5 p01+ = 0.1 p02- = -0.4 p02+ = 0.4					

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 2014-06-24	Technician: ByggMiljöGruppen
Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 50	
Customer: Betege Byggen AB	Building Address: Brännkyrkagatan 77 Lägenhet 50
Phone:	
Fax:	

	<u>Depressurization</u>	<u>Pressurization</u>	<u>Average</u>
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m ³ /h)	853 (+/- 0.7 %)	858 (+/- 1.0 %)	855
n50: Air Changes per Hour (1/h)			
w50: m ³ /(h*m ² Floor Area)	10.93	11.00	10.97
q50: m ³ /(h*m ² Surface Area)	7.35	7.40	7.37
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm ²)	336.9 (+/- 3.1 %)	378.6 (+/- 3.9 %)	357.7
cm ² /m ² Surface Area	2.90	3.26	3.08
LBL ELA @ 4 Pa (cm ²)	179.9 (+/- 4.9 %)	215.3 (+/- 6.2 %)	197.6
cm ² /m ² Surface Area	1.55	1.86	1.70
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	67.9 (+/- 7.6 %)	90.0 (+/- 9.8 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	68.3 (+/- 7.6 %)	89.9 (+/- 9.8 %)	
Exponent (n)	0.645 (+/- 0.020)	0.577 (+/- 0.026)	
Correlation Coefficient	0.99856	0.99701	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	21 °C	Volume:	
Outside Temperature:	15 °C	Surface Area:	116 m ²
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	78 m ²
Wind Class:	2 Light Breeze	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:		Year of Construction:	2014
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	None		



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 2014-06-24 Test File: Brännkyrkagatan Kv Uven lgh 50

Comments

Anmärkning: Med omslutande yta menas ytor mot ute och icke uppvärmt utrymme dvs klimatskärmen

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
1.0	n/a				
-60.8	151.5	989	977	0.1	Ring B
-47.7	112.9	855	844	0.8	Ring B
-41.2	87.9	755	745	-2.3	Ring B
-29.6	61.1	630	622	0.5	Ring B
-20.3	37.9	497	491	0.4	Ring B
0.7	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.4 p01+ = 1.1 p02- = -0.4 p02+ = 1.6

Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Temperature Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
2.4	n/a				
63.0	143.6	963	974	1.6	Ring B
53.2	107.9	836	845	-2.5	Ring B
41.9	85.4	744	752	0.4	Ring B
31.4	59.9	624	631	0.6	Ring B
21.6	37.3	493	498	0.8	Ring B
2.2	n/a				

Test 1 Baseline (Pa): p01- = 0.0 p01+ = 2.4 p02- = -0.6 p02+ = 2.6

BILAGA 6 LUFTFLÖDEN, LÄGENHETER

OVK (Obligatorisk Ventilationskontroll) - erhållet underlag från Brf Storruven.

Obligatorisk ventilationskontroll även kallad OVK är en funktionskontroll som utförs av ventilationssystem i svenska byggnader enligt plan- och bygglagen och plan- och byggförordningen.

Hornsgatan 88				
	Tilluft (l/s)		Frånluft (l/s)	
	Proj	Mätt	Proj	Mätt
6tr Lgh 20				
Vardagsrum	14	14		
Sovrum	12	13		
Sovrum	12	13		
Rum	12	12		
Kök			15	15
WC/Dusch			15	15
WC/Dusch			15	15
Tvätt			10	10
2tr Lgh 4				
Vardagsrum	13	13		
Sovrum	11	12		
Sovrum	11	10		
Rum	11	12		
Kök			15	15
WC/Dusch			16	16
WC/Dusch			16	17

Brännkyrkagatan 77				
	Tilluft (l/s)		Frånluft (l/s)	
	Proj	Mätt	Proj	Mätt
6tr Lgh 46				
Vardagsrum	8	8		
Sovrum	8	8		
Sovrum	8	7		
Klädkammare	4	4		
WC/Dusch			15	15
Kök			15	16
1tr Lgh 24				
Vardagsrum	8	8		
Sovrum	8	8		
Sovrum	8	8		
Klädkammare	4	5		
WC/Dusch			15	15
Kök			15	15