

Kv Trettondagen 1

Uppföljning av byggnadsteknik och energianvändning



Utarbetad av
Per Levin, Projektengagemang
Torbjörn Kumlin, Stockholmshem

Slutrapport
December 2015

Sammanfattning

Stockholmshem har fastställt en strävan att uppnå en halvering av energianvändningen vid nyproduktion jämfört med BBR 16. I projektet Trettondagen har ambitionen ställts högre för att snabbare få erfarenheter. Förutom att huset skall klara kraven för ett s.k. Passivhus har värmeinstallationerna samordnats med ett bergvärmepumpsprojekt för den befintliga bebyggelsen i området. Stockholmshem hoppades härigenom att erhålla ytterligare erfarenheter av att uppnå ett noll- eller plusenergihus. För att få insikt i hur miljöanpassad Stockholmshems nuvarande produktion är och vad som kan förbättras, har Stockholmshem beslutat att dessutom miljöklassa detta hus enligt Miljöbyggnad.

På fastigheten Trettondagen 1 fanns tidigare en nedlagd panncentral och stortvättstuga, vilka revs hösten 2010 till våren 2011. På platsen uppfördes ett flerbostadshus med 25 lägenheter som en samverkansentreprenad mellan JM Entreprenad AB och Stockholmshem mellan mars 2011 och maj 2012. Byggnaden ligger vägg i vägg med ett av Stockholmshems befintliga bostadshus från 50-talet.

Byggnaden har utförts med en mycket välisolerad och lufttät klimatskärm samt med hög verkningsgrad på återvinningen i FTX-aggregatet. Tilluften förvärms genom en markkanal. Solfångare för tappvarmvattenproduktion är installerade på taket. Byggnaden försörjs via en undercentral innehållande värmepumpar i angränsande byggnad och mätningarna för uppföljning sker med mätare vid väggenomföringarna. Byggnaden kan i BBR-hänseende betraktas både som en icke-elvärmd och elvärmd. Eftersom energimätningarna sker i husliv väljs i denna rapport att betrakta byggnaden som icke elvärmd för att slippa resultatösäkerheter på grund av värmepumparnas prestanda.

Byggnadens specifika energianvändning har uppmätts till $48 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, vilket överensstämmer med förväntat värde. Användningen av värme är dock något högre än beräknat, men säkerhetspåslag för värmedistribution och vädring var större.

Användningen av fastighetsel är högre än beräknat, ca $11 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, och kan endast delvis förklaras med hjälp av mätningarna. El för ventilation är den största posten, men där uppnåddes förväntade värden.

Tappvarmvattenanvändningen är lägre än beräknat och därför har den i resultatredovisningen höjts upp till projekterad användning. Hushållselen är också lägre än beräknat men här har ingen korrektion genomförts.

Samordning med undercentralen för de befintliga 50-talsbyggnaderna under processen med projektering och byggande av solfångaranläggningen resulterade i svår driftoptimering och ett sämre utbyte än förväntat på grund av att vissa frågor hamnat "mellan stolarna" i de två projekten.

Energibesparing från tilluftskanalen i mark är i stort sett obefintlig, vilket delvis kan bero på att kanalens längd blev begränsad på grund av förutsättningarna på tomten. Däremot kan i storleksordningen 1-3 kW maxeffekt sparas (på timvärden). Avfrostningen minskar också samt att viss avfuktning av uteluften sker genom kondensering i markkanalen.

INNEHÅLL

Sammanfattning	2
Förord	4
1. Inledning	5
Bakgrund	5
Projektets syfte	5
Genomförande och metodik	5
2. Objektsbeskrivning	6
Beskrivning av byggnaden	6
Byggnadsteknik	7
Installationsteknik	8
3. Byggnadsteknik för lufttätet	9
4. Energiberäkningar	10
5. Uppföljnings- och mätprogram	11
Uppföljning av mätvärden	11
6. Resultat från lufttäthetsmätningar	12
7. Resultat från termografering	13
8. Luftflöden i ventilationssystemet	14
9. Uppmätt energiprestanda	15
10. Värme och VVC	16
11. Tappvarmvatten	17
12. Elanvändning	19
Elanvändning för ventilation	19
Hushållsel	19
13. Ventilationsaggregat	21
Temperaturverkningsgrad	21
Förvärmning av tilluft i markkanal	22
Eftervärmning av tilluft	24
14. Solfångare	25
15. Inomhustemperaturer	26
16. Uppföljning av relativ fuktighet i konstruktioner	28
17. Boendeenkäter	30
18. Erfarenheter	32
19. Slutsatser	34
Bilaga 1 Driftkort	35
Bilaga 2 Situationsplan	36
Bilaga 3 Bilder	37
Bilaga 4 Miljöbyggnads innemiljöenkät	42
Instruktioner	42
Enkätstudie	42

Förord

Beställargruppen för Energieffektiva flerbostadshus, BeBo, har varit verksam sedan 1989 och är ett samarbete mellan Energimyndigheten och några av Sveriges mest framträdande fastighetsägare inom energiområdet. BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte får försämrats utan snarare förbättras.

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.

Stockholmshems byggnad i kv Trettondagen utgör ett demonstrationsprojekt för nyproduktion av en mycket energieffektiv byggnad.

Stockholmshem äger ca 25 000 hyreslägenheter och står inför en utökning av nyproduktionen till ca 1000 lägenheter per år. Med hänsyn till såväl egna miljöambitioner som de krav som i framtiden kommer ställas från samhället, måste en väsentligt lägre energianvändning än hittills uppnås.

Byggnaden har uppförts som en samverkansentreprenad mellan beställaren Stockholmshem och JM Entreprenad. Konsultgruppen har bestått av Brunnberg-Forshed, Kåver-Melin, Incoord, All-EI m.fl.

Rapporten utgör slutredovisning av BeBo-projektet samt intern redovisning till Stockholmshem.

Stockholm i december 2015

Per Levin/Torbjörn Kumlin

1. Inledning

Bakgrund

Stockholmshem har sedan 2009 fastställt en strävan att uppnå en halvering av energianvändningen vid nyproduktion jämfört med då gällande krav. I detta projekt, som är mindre än normalt, har ambitionen ställts högre för snabbare få erfarenheter. Förutom att huset skall klara kraven för ett s.k. Passivhus avsågs värmeinstallationerna samordnas med ett bergvärmepumpsprojekt för den befintliga bebyggelsen i området. Stockholmshem hoppades härigenom att erhålla ytterligare erfarenheter av att uppnå ett noll- eller plusenergihus.

För att få insikt i hur miljöanpassad Stockholmshems nuvarande produktion är och vad som kan förbättras, har Stockholmshem beslutat att dessutom miljöcertifiera detta hus enligt Miljöbyggnad nivå guld.

Byggnaden konstruerades så att kraven för ett sk Passivhus skulle uppfyllas enligt definitionen "Kravspecifikation för Passivhus i Sverige" från juni 2009 utgivet av Forum för Energieffektiva Byggnader (FEBY).

I korthet gällde:

- Att den specifika energianvändningen skall vara högst 49 kWh/m² golvarea (A_{temp}) normalår. Med specifik energianvändning avses den totala mängden köpt energi till byggnaden exklusive hushållsel.
- Eftersom entreprenören inte har rådighet över varmvattenförbrukningen förutsätts den motsvara 23,8 kWh/m² (A_{temp}) år.
- Entreprenören ansvarar således för all energianvändning förutom faktisk tappvarmvattenförbrukning och hushållsel. Således ingår även förluster i varmvattencirkulation, ev. ackumulatortankar, vädring etc. i ansvaret.
- Effektbehovet vid uppvärmning vid dimensionerande vinterutetemperatur skall vara max 10 W/m² A_{temp} .
- Luftläckage genom klimatskärmen skall max vara 0,3 l/sm² vid +/- 50 Pa.

Därutöver skall byggnaden leverera ett överskott på 48 000 kWh/år från solfångarna till anslutande byggnad.

Projektets syfte

BeBo-projektets syfte är att verifiera och dokumentera byggnadens förväntade energiprestanda och byggnadsteknik.

Byggnaden skall uppfylla kravet för ett sk Passivhus enligt FEBY's definition. Härutöver skall solpanelerna leverera 17 000 kWh till Passivhuset samt 48 000 kWh till befintliga hus. Inledningsvis överenskomms om en specifik energianvändning av 49 kWh/m² A_{temp} .

Genomförande och metodik

Projektet genomfördes med aktiviteter liknande BeBos projekt Rekorderlig Renovering. Svebys anvisningar och FEBYs kravställningar följdes.

2. Objektsbeskrivning

På fastigheten Trettondagen 1 fanns tidigare en nedlagd panncentral och stortvättstuga, vilka revs från hösten 2010 till våren 2011. På platsen uppfördes ett flerbostadshus med 25 lägenheter vägg i vägg med ett av Stockholmshems befintliga bostadshus från 50-talet, se figur 1.

Byggnadsarbetena pågick mellan mars 2011 till och med maj 2012 och genomfördes som samverkansentreprenad mellan JM Entreprenad AB och Stockholmshem. Entreprenaden upphandlades på en systemhandling som under hösten 2010 gemensamt bearbetades och uppdaterades.



Figur 1 Fasad med fönsterluckor för solsydd.

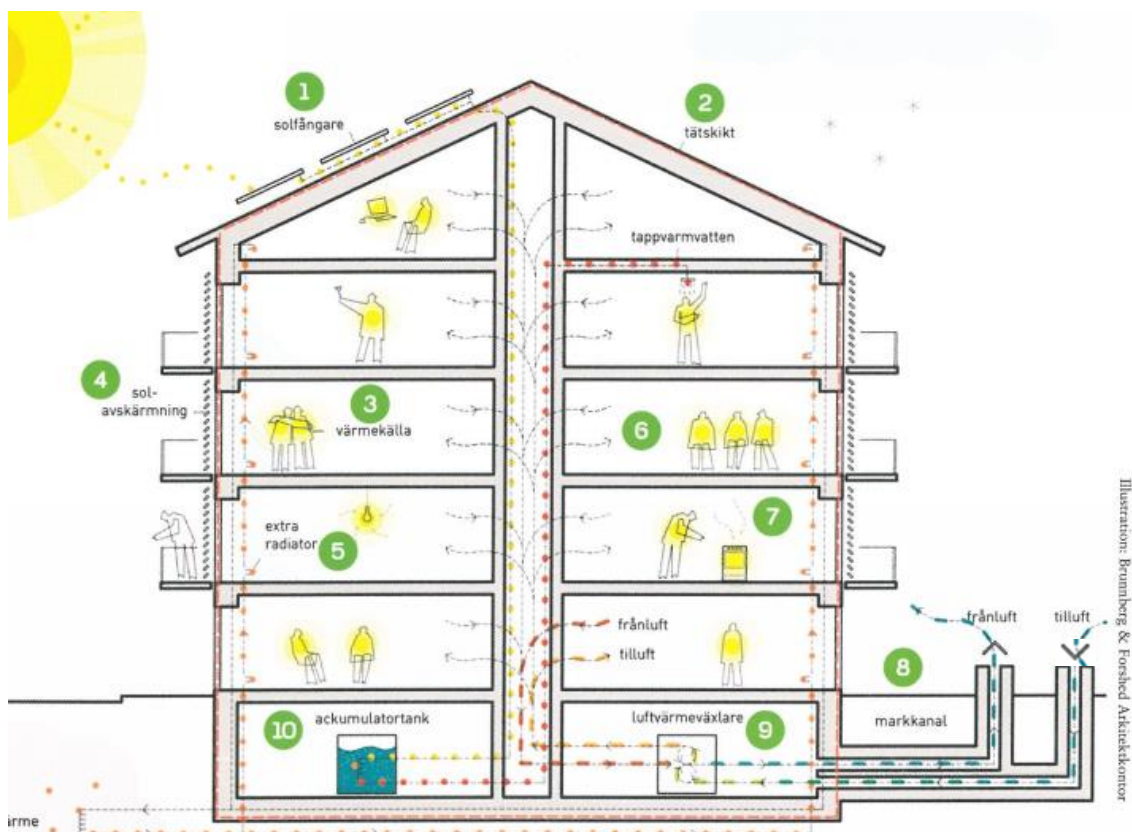
Beskrivning av byggnaden

Byggnaden består av 4 bostadsvåningar med inredd vind samt källare innehållande installationer, lägenhetsförråd och lokaler. Detaljer om byggnaden redovisas i tabellen nedan.

	Byggnaden	Anm.
Byggnadsår	2012	
Antal lägenheter	25	
Antal våningar ovan mark	4,5	Inredd vindsvåning
Antal källarvåningar	1	
Antal trapphus	1	
Antal hissar	1	
Antal tvättstugor i byggnad	0	
Antal fristående tvättstugor	0	
Antal motorvärmare	0	Inga installerade ännu
Antal belysningsstolpar	2	LED, ca 40W, tänds vid mörker
Dräneringspump	1	Uppmätt 43 kWh för nov 2014
Area solfångare, m ²	116,5	
Area BOA, m ²	1606	
Area LOA, m ²	0	
Area A _{temp} , m ²	2295	Inkl. källarvåning och trapphus

* Uppmätt på ritning.

En systemskiss för byggnaden visas i figur 2. Byggnaden har försetts med en välisolerad och lufttät klimatskärm samt FTX-ventilation med bra återvinning. Dessutom förväms tilluften i en jordkanal, som har diametern 800 mm och är ca 40 meter lång. 117 m² rörsofångare finns på taket, vilket bidrar till värmning av tappvarmvatten för byggnaden och övriga byggnader som betjänas av samma undercentral. Snålspolande tappvarmvattenarmaturer har installerats och mätning med debitering för varmvatten (och hushållsel) sker lägenhetsvis. I de små lägenheterna har inga badkar installerats.

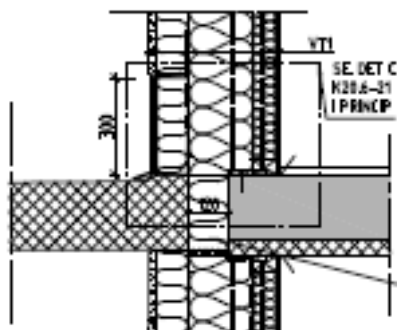


Figur 2 Systemskiss för Trettondagen 1.

Byggnadsteknik

Beskrivning av byggnadsteknik och material som använts.

Stomme	Cellstomme i betong kompletterat med stålpelare i fasad. Källarväggar i betong
Vindsbjälklag	Trätakstolar med sammanlagt ca 450 mm mineralullsisolering i snedtak.
Ytterväggar	Lätta utfackningsväggar med stålregelstomme och ca 370 mm mineralullsisolering. Installationsskikt innanför plastfilmen. Utvändigt puts. Källarytterväggar utvändigt isolerade med cellplast.
Fönster	Tre-glas med U-värde ca 0,9 W/m ² K.
Golvbjälklag	Källargolv med 300 mm underliggande cellplastisolering.



Figur 3 Detalj av ytterväggskonstruktion vid balkongplatta.

Konstruktionerna är utförda med speciell hänsyn till att undvika köldbryggor vid balkonger och bjälklagskanter. Ett exempel visas i figur 3. Konstruktionernas U-värden framgår nedan.

	U-värde, W/m ² K	Anm.
Vindsbjälklag/Snedtak	0,10	
Yttervägg	0,12	
Fönster	0,9	
Källaryttervägg	0,19	Exkl. mark
Källargolv	0,10	Exkl. mark
U-medelvärde	0,26	Enl. VIP-beräkning

Installationsteknik

Systembeskrivning av tekniska installationer.

Ventilation	FTX-aggregat VoltAir med 80-90 % temperaturverkningsgrad placerad i källaren. Förvärmning av tilluft med ca 40 m jordkanal med 800 mm i diameter.
Uppvärmning	Vattenradiatorer under fönster och värmd ventilationsluft. Bergvärmepumpar med fjärrvärmespets.
Tappvarmvatten	Bereds i undercentralen. Solfångarbidrag med fjärrvärmespets.
Solfångare	117 m ² rörsolfångare finns på byggnadens tak anslutna till ackumulatortankar i undercentralen.
Undercentral	I angränsande byggnad. Byggnaden försörjs med värme och vatten genom källarväggen.

Undercentralen i angränsande byggnad betjänar förutom den redovisade byggnaden ca 131 lägenheter i 50-talshus.

Driftkort för hela anläggningen och ventilationen finns redovisat i bilaga 1.

3. Byggnadsteknik för lufttätthet

Ambitionen för byggnadens lufttätthet var $0,3 \text{ l/sm}^2$ (omslutningsarea) vid täthetsprovning med 50 Pa tryckskillnad. Vid energiberäkningen användes värdet 0,2 och det enda numeriska BBR-krav som finns gäller för små byggnader och är 0,8 (då gällande BBR).

Den höga ambitionsnivån ställde krav på att alla anslutningsdetaljer och installationsgenomföringar i och genom klimatskärmen konstruerades för god lufttätthet med praktiskt genomförbara lösningar. Antalet installationsgenomföringar minskades genom det invändiga installationsskiktet, placerat innanför ångspärren.

I projekteringsskedet granskades och kommenterades kritiska konstruktionsdetaljer ur lufttätthetssynpunkt av BeBo-projektet. Upprepade täthetsprovningar av enskilda lägenheter genomfördes också i tidigt byggskede för att prova olika strategier för detaljlösningar (fogmassa, tejp m.m.). Några bilder redovisas i bilaga. Generellt sett övergicks från fogmassätätning till tejpning av skarvar.

Anslutningsdetaljer runt fönster och fönsterdörrar samt vid stålpelare i yttervägg studerades noga. Mycket liten plats hade lämnats för att kunna få ett obrutet tätskikt vid stålpelarna, vilket orsakade lite bekymmer.

Andra detaljer som var svåra att täta var anslutningar mot takfönster, brandluckor och hisstopp.

En speciell utredning genomfördes där snickarna intervjuades om detaljarbetet. Fönstersmygarna, vilka är vinklade inåt för att få bättre ljus insläpp i lägenheterna, var den detalj som kommenterades mest.

Sneda smyggar gör det svårt att använda de färdiga rätvinkliga hörn för lufttätning som finns på marknaden. Dessutom behöver vinkeln skapas genom extra läkt och skivor till smyggen. Måttsättningen på dessa skivor är viktig för ett snabbt och snyggt montage.

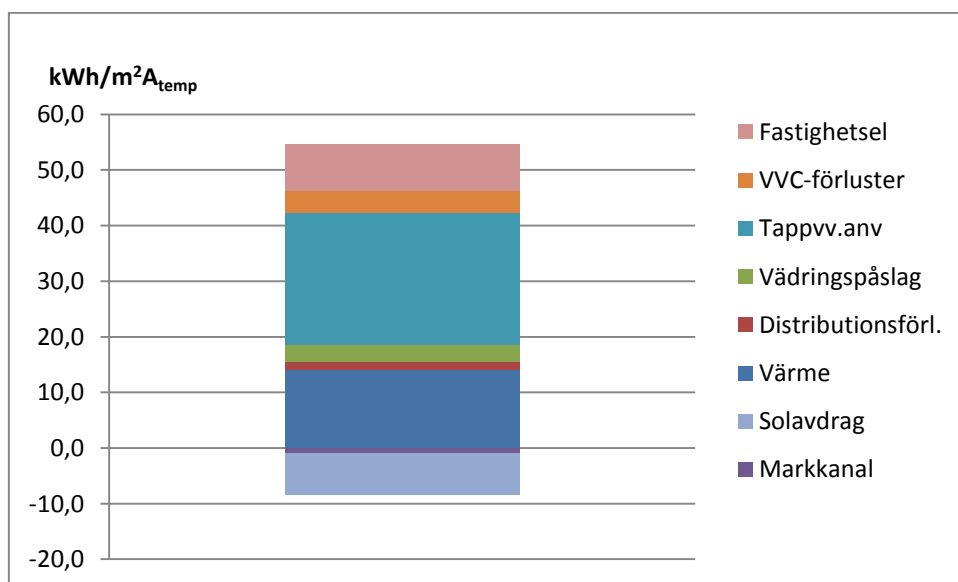
4. Energiberäkningar

Energiberäkningar har genomförts av Incoord och uppdaterats i olika skeden efter ändringar i byggprojektet. Beräkningarna genomfördes med VIP Energy-programmet. Resultatet har varierat något mellan versionerna. Den senast uppdaterade versionen (PM 2012-02-24 och PM 2012-02-16) redovisas i tabell 1 nedan.

I detta avseende betraktas byggnaden som värmd från undercentralen, dvs likställd med fjärrvärme. Dvs ingen hänsyn har tagits till värmepumparna i undercentralen. Beräkningsresultaten blir då jämförbara med energimätningarna.

Tabell 1 Beräkningsresultat för olika poster för byggnaden (Beräkningsdatering 2012-10-10).

Beräkningspost	kWh	kWh/m ² A _{temp}	Anm.
Värme	32 392	14,1	VIP-utdata
Distributionsförl.	3 239	1,4	10 % (12 % i annat PM)
Tappvv.anv	54 599	23,8	Sveby energianvisn.
VVC-förluster	9 180	4,0	Schablon
Fastighetsel	19 150	8,3	VIP
Vädringspåslag	6 885	3,0	Enl. FEBY, 4 enligt Sveby
Solavdrag	-17 000	-7,4	Beräknad andel av total solvärme
Markkanal	-2 295	-1,0	Uppskattning enligt examensarbetare.
Summa	106 150	46,3	
Hushållsel	60 527	26,4	Svebys energianvisningar



Figur 3 Beräknad energiprestanda för byggnaden på kv Trettondagen 1, 46,3 kWh/m²A_{temp} efter avdrag för förvärmning av tilluft i markkanal samt solvärmebidrag till tappvarmvatten.

5. Uppföljnings- och mätprogram

Ett relativt omfattande mätprogram togs inledningsvis fram av Stockholmshem tillsammans med JM Entreprenad. Detta kompletterades senare med de mätningar som genomfördes för BeBo-projektet. Mätprogrammet ställer krav på månadsvisa avstämningsmöten samt vilka mätvärden som ska följas upp och jämföras med beräknade värden, se nedan.

Uppföljningen påbörjades efter inflyttning sommaren 2012 och pågick tom december 2014, då förlängt med ett år på grund av en utdragen igångkörningsprocess för mätinstallationerna i undercentralen, samt att injusteringen av ventilationsflödena gjorts om och alla radiatortermostatater bytts ut. Mätningarna redovisas för kalenderåren 2013 och 2014. En hyresgästenkät genomfördes under vårvintern 2015.

Uppföljning av mätvärden

Nedanstående mätpunkter avsågs följas upp i projektet, i första hand månadsvis:

- Energi för uppvärmning av radiator- och luftbehandlingssystem till byggnad
- Totalt levererad energi från solpaneler samt till tappvarmvatten
- Totalt volymflöde för varm- och kallvatten
- Totalt volymflöde för varmvattencirkulation
- Lägenhetsvis volymflöde av varmvatten
- Fastighetsel till installationer i fläktrum
- Fastighetsel totalt (övrigt blir restpost som belysning, hiss etc)
- Temperaturverkningsgrad för luftbehandlingsaggregat
- Temperatur efter uteluftskanal i fläktrum
- Hushållsel
- Utomhustemperatur
- En rumstemperatur i varje lägenhet (etagelägenheter har en per plan)
- Relativ fuktighet i betongbjälklag i utvalda lägenheter
- Relativ fuktighet i ytterväggsisolering i utvalda lägenheter (endast en givare installerad).

Mätvärden för uppvärmning normalårskorrigerades enligt graddagsmetod. Mätning av tillförd värme till byggnaden för radiatorer och ventilationsaggregat sker i undercentralen i angänsande byggnad i anslutning till rör genomföringen i källarväggen. Där mäts också tappvarmvattenvolym, VVC-flöde och kallvattenflöde till byggnaden.

Dessutom mäts och registreras ett stort antal punkter i undercentralen som delvis använts i detta projekt samt redovisningen av miljöbyggnad. T.ex. mäts tillförd el och avgiven värme från värmepumparna, levererad total fjärrvärme, totala VVC-förluster för området, temperaturer i ackumulatortankar och uttagen energi från borrhålslager.

Under projektet har en viss automatisering av datahanteringen genomförts, dels för lägenhetsvis mätning och debitering av varmvatten, dels inomhustemperaturer, samt loggningar och resultatpresentation i diagram och tabeller i syfte att lättare kunna analysera månadsresultaten.

Mätprogrammet har även kompletterats i efterhand med temperaturmätare på resp. stam för varmvatten och VVC för att ha bättre kontroll på varmvattentemperaturer för att minimera legionellarisken.

6. Resultat från lufttätetsmätningar

Flera inledande lägenhetsvisa mätningar genomfördes av JM Entreprenad i så tidigt skede som möjligt, för att kunna ge erfarenheter till fortsatt byggande. I något fall skedde mätningen i ett för tidigt skede, varpå tätningsarbetet där fick göras om. Resultat från den inledande lägenhetsmätningarna redovisades olika. Efter inflyttning utfördes 2012-06-12 en täthetsmätning av hela byggnaden, där alla invändiga dörrar ställdes upp. Dock lämnades inte tillträde till ett par lägenheter vid mättillfället, men bedömningen gjordes att detta inte påverkade resultatet märkbart. Resultaten redovisas i tabell 2.

Tabell 2 Uppmätta värden på luftläckning för byggnaden.

Luftläckning l/sm ² vid 50 Pa	Värde	Anm.
Enskilda lgh	0,18-0,40	Dividerat med omslutande area i hela lgh enligt JM std. Dessutom dåliga väderförhållanden under någon mätning.
Hela byggnaden	0,34	Arean är m ² klimatskärm, A _{om} (mot utsida och mot ouppvämt utrymme).

Resultatet 0,34 l/sm² vid 50 Pa är något över det förväntade kravet på byggnaden, 0,3 l/sm² vid 50 Pa. I energiberäkningen användes värdet 0,2 l/sm² vid 50 Pa.

Den begränsade mätnoggrannheten kan göra det svårt att säga att byggnaden inte klarar täthetskravet på andra decimalen. Om man tar protokollets 95 %-intervall (95 % sannolikhet att "det verkliga värdet" hamnar innanför) blir spridningen mellan 0,27-0,44 l/sm² runt medelvärdet som var 0,34. 15 % större area (mindre än skillnaden mellan mätning 1 och 2) ger 0,3 som resultat. Skillnaden i luftflöde mellan mätning 1 och 2 är mycket mindre än osäkerheten.

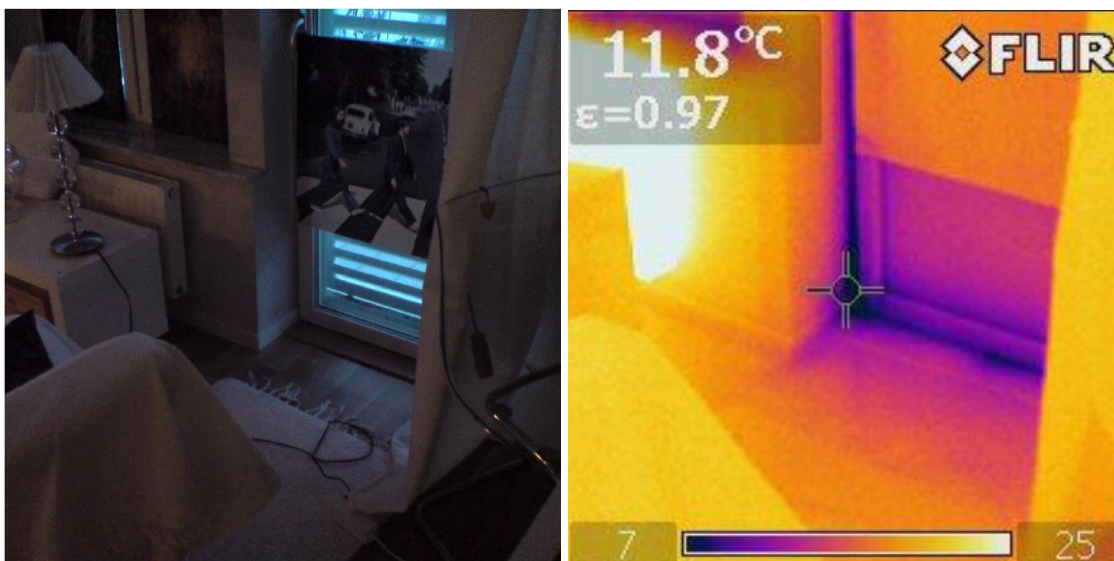
I figur 4 visas en mycket otät installationsgenomföring genom yttertaket efter installation av solfångarna. Installatören var tydligen inte medveten om byggnadens krav på lufttätet.



Figur 4 Otäthet vid installationsgenomföring för solfångarrör.

7. Resultat från termografering

Termografering utfördes av Stockholmshem vid kall väderlek (ca -10 °C) 141229 både utifrån och inifrån. Inga anmärkningsvärda brister kunde konstateras och generellt visades höga temperaturer på innerytor. Dock var byggnaden under normal drift och inte satt under extra undertryck vid mätillfället, varför viss luftläckning kan ha missats. I figur 5 visas ett mindre luftläckage vid altandörr och i figur 6 en förhöjd temperatur vid takfot, som ev. skulle kunna bero på ett tidigare öppet fönster.



Figur 5 Viss luftläckning vid altandörrtröskel mot väster.



Figur 6 Fasad mot öster som visar förhöjd temperatur vid takfot.

8. Luftflöden i ventilationssystemet

En omjustering av ventilationsflödena genomfördes efter ca 1,5 års drift, där luftflöden och lufttryck genom aggregatet sänktes. I samband med detta fick två kökskåpor bytas ut mot sådana med större volym, s.k. volymkåpor, utan forceringsflöde. Aggregatet har också tätats för läckor från frånluft till tilluft, vilket medförde att klagomålen på spridning av matos upphörde. Momentant uppmätta totalluftflöden för byggnaden i samband med injusteringarna redovisas i tabell 3 nedan.

Tabell 3 Uppmätta luftflöden genom aggregatet 120426 och 131126 (Gnesta ventilation).

	131126		120426	
	l/s	l/sm ² A _{temp}	l/s	l/sm ² A _{temp}
Frånluft	1 200	0,52	1 500	0,65
Tilluft	1 100	0,48	1 140	0,49

Jämfört med kravet på allmänventilation i BBR, 0,35 l/sm² är luftflödena höga, även efter omjustering.

Luftflödena vid don följer rekommendationerna i BFS 1998:38 (BBR 7), vilket krävs för att uppfylla kraven i Miljöbyggnad. Konsekvensen är högre luftflöden än kravet i BBR och därmed en något högre energianvändning.

9. Uppmätt energiprestanda

Uppmätt energianvändning för olika delposter i byggnaden redovisas i tabell 4. Värmen till byggnaden har minskat betydligt mellan 2013 och 2014. Varmvattenanvändningen är låg, medan fastighetelen är drygt 20 % större än beräknat.

Tabell 4 Uppmätta värden på olika delposter.

	Uppvärmning avläst	Uppvärmning, normalårskorr.	Varmvatten	Fastighetsel	Solfångare, levererat
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh
Beräknat	-	14,1	23,8	8,3	64 000
2013	22,1	23,5	16,7	10,3	56 500
2014	13,3	15,8	17,2	11,1	40 074

För att få byggnadens specifika energianvändning på ett med andra byggnader jämförbart sätt behöver vissa korrigeringar utföras på de uppmätta värdena. Normalårskorrigerings är redan utförd i tabell 4. Eftersom det gick åt mindre varmvatten än beräknat behöver det räknas upp till ursprunglig nivå. Eftersom byggnadens VVC-krets försörjs från undercentralen och energianvändningen för detta inte mäts, har ett beräknat värde adderats till energianvändningen. Solfångarvärme till tappvarmvatten har dragits av i proportion till projekterad andel och slutlig specifik energianvändning redovisas i tabell 5.

Tabell 5 Utförda korrektioner för att uppnå verifierad specifik energianvändning.

	2013	2014	Anm.
Uppmätt:	50,5	44,1	Levererad värme, vv och f-el
Korrigerings för tappvarmvatten:	7,1	6,6	Korrigerat till 23,8 kWh/m ²
Tillägg för VVC:	2,1	2,1	Beräknat från 5 W per lm rörlängd.
Solfångare:	-6,5	-4,6	Antagit solvärme i proportion till projekterad andel.
Utebelysning och drännpump:	-0,4	-0,4	Extern användning.
	52,8	47,8	kWh/m ²

10. Värme och VVC

Minskningen i värmeenergi beror bl.a. på att ventilationsflödena minskats, speciellt frånluftsfloödet, samt att termostatkropparna på radiatorerna bytts från 23 till 22 °C stängtemperatur vid känselkropparna. Tilluftstemperaturen har dock behövt ökas något för att undvika kalldrag från tilluftsdon, vilka inte var optimalt placerade. Detta ökade troligen energianvändningen något.

VVC-förluster mäts i undercentralen på områdesnivå. För byggnaden mäts bara VVC-flödet. Dock har fram- och returtemperatur på VVC-kretsen loggats under några veckor på sommaren 2015. De uppmätta temperaturerna varierar över dygnet mellan ca 51-56 °C på framledningen och 50-53 °C på returen. Temperaturerna är mätta med anliggningsgivare, vilket innebär att verklig temperatur är ca 1 - 1,5 °C högre.

Ett temperaturfall på ca 2 °C i VVC-kretsen ger tillsammans med uppmätta VVC-flöden en VVC-förlust på ca 1,8 kWh/m² A_{temp} för byggnaden, dvs något lägre än det tillägg som användes vid uträkningen av specifik energianvändning i kapitel 9.

11. Tappvarmvatten

Byggnaden är utrustad med snålspolande armaturer och individuell mätning och debitering av varmvattnet. 70 % av lägenheterna har dusch och saknar badkar.

Efter en inledande period med egna avläsningar och administration för vattenanvändningen, har Stockholmshem handlat upp automatiska mätningar och administration, där varmvattenförbrukningar levereras direkt till Stockholmshems ekonomiavdelning.

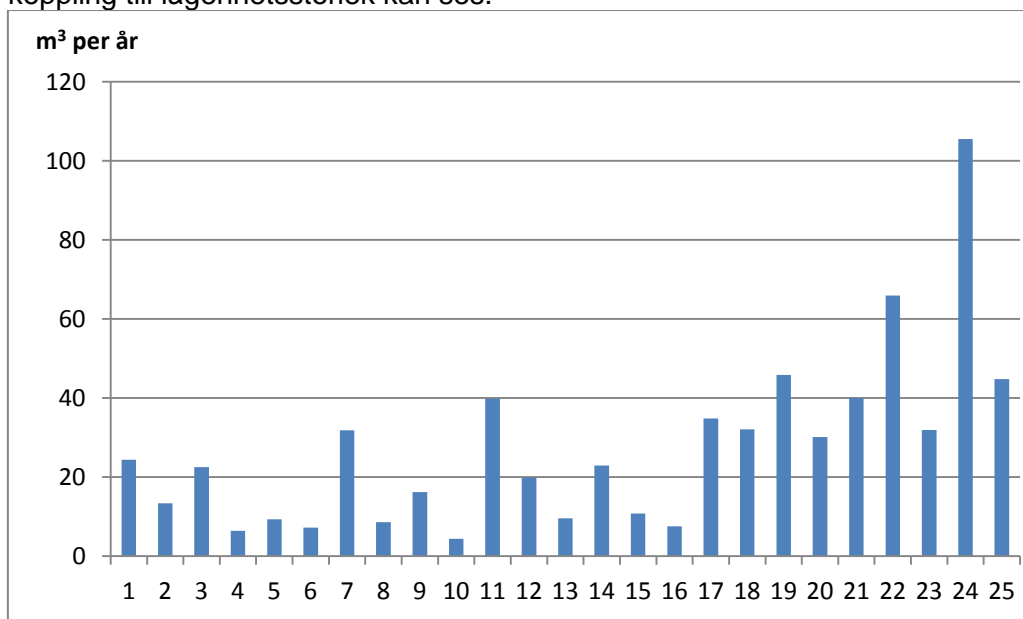
Uppmätt varmvattenanvändning får betraktas som låg jämfört med normalvärden. Mycket stor skillnad finns mellan de olika lägenheternas vattenanvändning. Enligt mätningarna utgör varmvattnet ca 35-40 % av vattenanvändningen i lägenheterna. Kallvattnet minskade något mellan 2013 till 2014, medan varmvattnet ökade något, se tabell 6. Trycket i vattenledningarna har varit lågt, på gränsen till för lågt, vilket sannolikt bidragit till den låga vattenanvändningen.

Tabell 6 Uppmätt vattenanvändning i byggnaden.

	Kallvatten- volym, m ³	Varmvatten- volym, m ³	Varmvatten- andel	Varmvatten, m ³ /m ² A _{temp}
2014	1130	717	0,39	0,31
2013	1281	686	0,35	0,30

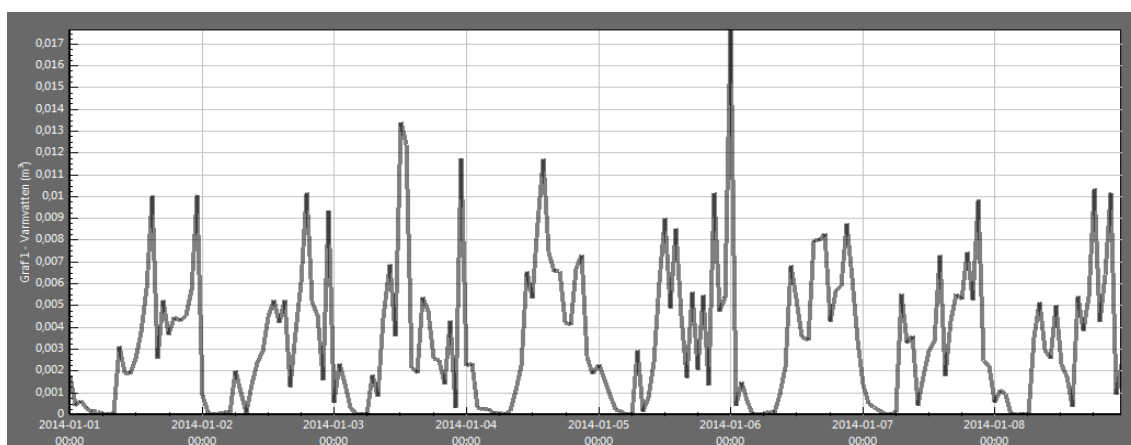
En jämförelse mellan byggnadens varmvattenmätare och summan av lägenhetsmätarna gjordes också för perioden 2014 (nästan hela). Avläst värde för summan av lägenhetsmätarna var 692 m³ och för byggnadens mätare 712 m³, således endast ca 3 % skillnad.

Varmvattenanvändningen skiljer sig mycket mellan lägenheterna. Årsanvändningen för 2014 för de olika lägenheterna visas i figur 7 nedan. En viss, men inte helt tydlig, koppling till lägenhetsstorlek kan ses.



Figur 7 Varmvattenanvändning 2014 för byggnadens alla 25 lägenheter. Nummer 1-8 avser lägenheter med 1 rok, nummer 9-16 2 rok, nummer 17 3 rok och nummer 18-25 4 rok.

Varmvattenanvändningen varierar också över dygnet. Figur 8 visar dygnsvariationen för ca en vecka i januari 2014.



Figur 8 Varmvattenanvändning för alla lägenheter 1-8 januari 2014.

12. Elanvändning

Elanvändningen för byggnaden är något högre än det beräknade, 11,1 jämfört med beräknade 8,3 kWh/m²A_{temp}. Elanvändningen ser ut att ha ökat något för 2014 jämfört med 2013, 2120 kWh/månad respektive 1980 kWh/månad. Detta trots att ventilationen dragits ner. För få avläsningar har gjorts för att kunna se eventuella säsongsvariationer i fastighetselanvändningen.

Övrig elanvändning är trapphusbelysning, entrébelysning, två utomhusarmaturer på parkeringen (ca 320 kWh/år), uppskattat med erhållna effekter. Uppmätt el till markdräneringspump var ca 43 kWh för november 2014, vilket blir ca 500 kWh/år om man antar att den går lika mycket varje månad. Inga motorvärmare, tvättstugor eller elvärmda hänggrännor och stuprör finns. Sedan har vi förstått trapphus- och entrébelysningen med okänd effekt, bredbandsroutrar m.m.

Den utvändiga dräneringspumpen fick från början jobba onödigt mycket, eftersom även dagvatten leddes ner till pumpgropen. Detta har under 2015 ändrats och pumparna är dubblade som en extra säkerhetsåtgärd för att undvika översvämning i källaren.

Belysningen i källaren har varit tänd på heltid under en relativt lång period.

Elanvändning för ventilation

Uppmätta luftflöden och strömstyrkor för fläktar vid injusteringen 131126 visas i tabell 7 nedan. Trots att luftflödena ändrats mellan de två olika injusteringarna visar protokollen exakt samma användning av elström. En omräkning till energianvändning för fläkt drift visas i tabell 7, med resultatet ca 1245 kWh/månad för fläkt drift. Detta stämmer bra överens med den elmätning av ventilationsaggregatet som genomfördes (avläst period nov 13 tom sept 14), vilken visade på 1205 kWh/månad. Även energiberäkningens resultat, 1173 kWh/månad, stämmer bra med detta. Fläktelen utgör ca 56 % av fastighetselen för 2014. Resultaten ger ett SFP-tal för ventilationen på ca 1,4 kW/m³/s.

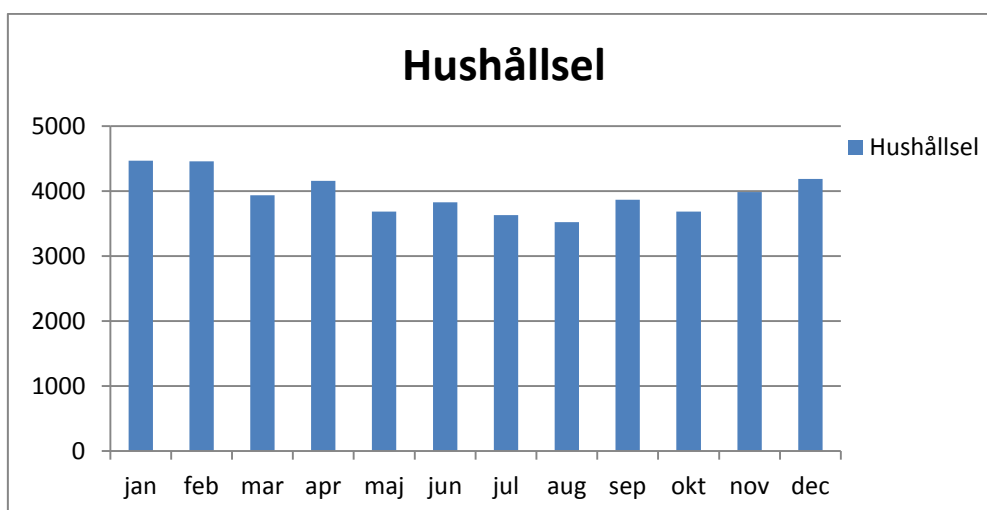
Det betydligt högre effektbehovet på frånluftsidan beror på högre motstånd i frånluftskanalerna, där kanaler till två lägenheter på grund av misstag vid en genomföring blev dimension 100 mm i stället för 125 mm.

Tabell 7 Uppmätta luftflöden och strömstyrkor samt beräknad eleffekt och energianvändning för ventilationsaggregatet. Uppmätt från elmätare för hela aggregatet var 1,67 kW.

	m ³ /s	Driftström, A	Effekt, kW	kWh/månad	kWh/m ² A _{temp}
Tilluft	1,1	0,92	0,51	367	1,9
Frånluft	1,2	2,2	1,22	878	4,6

Hushållsel

Hushållselanvändningen uppgår till 47 393 kWh för 2014, vilket motsvarar 20,7 kWh/m²A_{temp}. Detta är ett par tiodelar mindre än för 2013 och, precis som för tappvarmvattnet, lägre än de normalvärden som används för nyproducerade flerbostadshus. Månadsvis hushållsel redovisas i figur 9. Som syns i figuren är säsongsvariationen relativt liten.



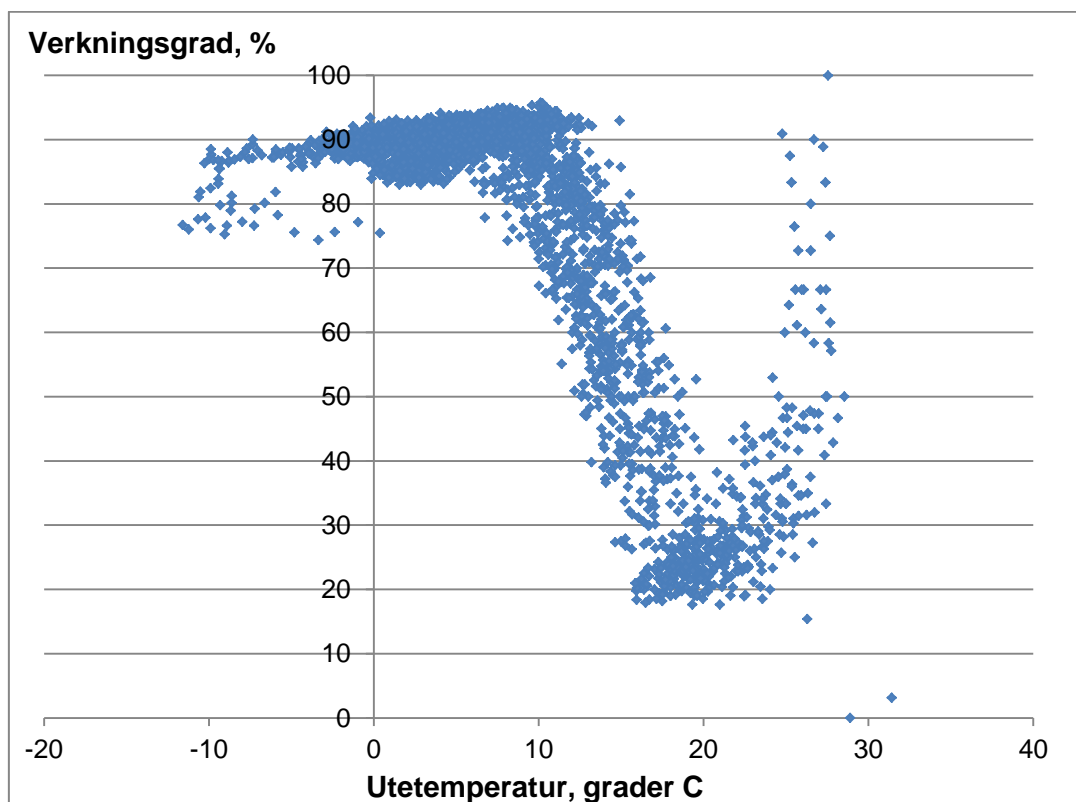
Figur 9 Månadsvis hushållselanvändning under 2014 för byggnadens alla 25 lägenheter.

13. Ventilationsaggregat

Temperaturverkningsgrad

Uppmätt temperaturverkningsgrad har sammanställts från temperaturgivare i aggregatet. Som utetemperatur har givaren efter jordkanalen använts. Mätperioden 140202-150423 innehåller tyvärr ingen riktig kallperiod där större påfrysning kunde förväntas. Tidsupplösningen på värdena är också lite långt för att se all avfrostning, ca 1,5 timmes mellanrum.

Medelvärdet på temperaturverkningsgraden för uppvärmningssäsongen 2014-2015 var 89 %, vilket var samma som avläsningarna i februari-mars 2014. I figur 10 syns uppmätt temperaturverkningsgrad vid olika utetemperaturer. Vid kallare väderlek finns indikationer på avfrostning, som sker med bypass och adaptiv styrning, men inga värden ligger under 70 %. Verkningsgraden går också ner när inget eller litet värmebehov föreligger.



Figur 10 Temperaturverkningsgrad vid olika utetemperaturer för perioden mars 2014-april 2015.

Förvärmning av tilluft i markkanal

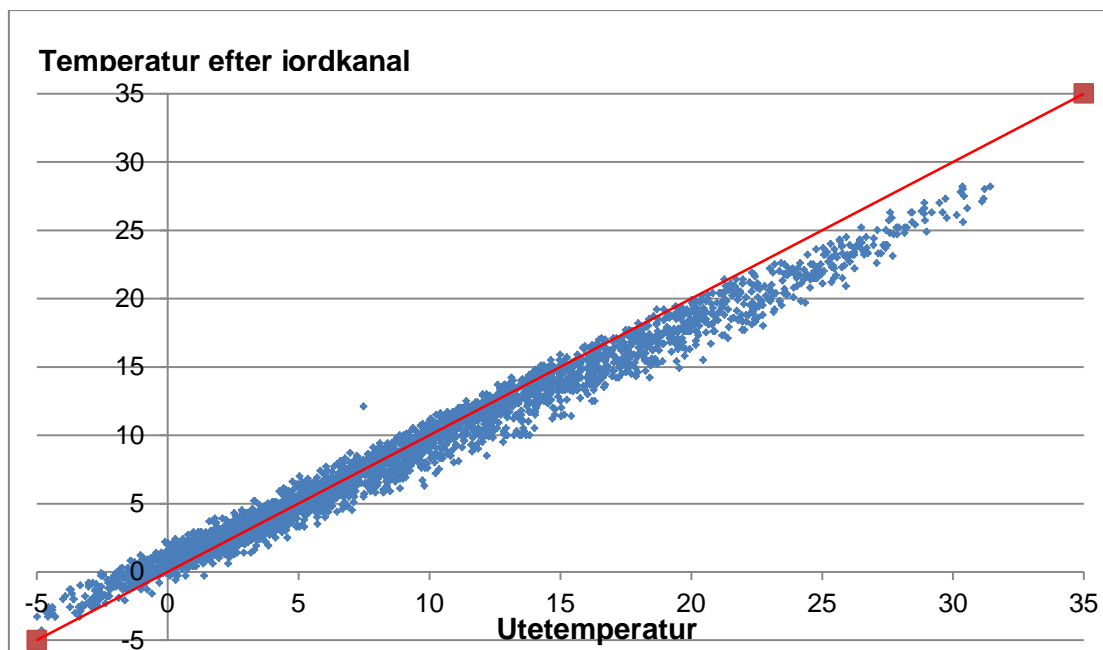
Markkanalen för tilluft är ca 40 m lång och har dimensionen 800 mm. Man kan se att under vårperioden kyler markkanalen inkommande uteluft i medeltal, tabell 8.

Upplösningen på registrering av mätvärdena var ca 4 timmar.

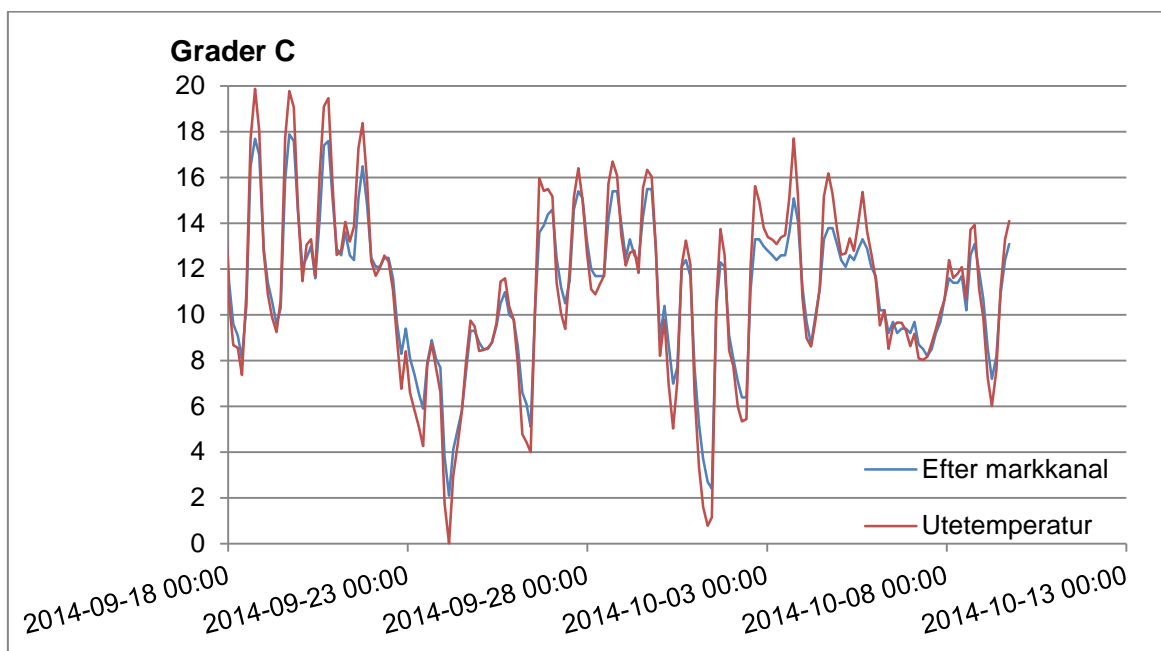
Tabell 8 Uppmätta temperaturer före och efter tilluftskanal i mark 2014-2015, °C, samt tillförd/bortförd energi i kWh/månad.

	Efter jordkanal			Ute			Energi
	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max	
Mars	4,5	-2,6	12,0	4,7	-4,5	14,1	-178
April	6,9	-0,9	18,8	7,4	-3,0	22,2	-488
Maj	10,6	0,3	23,4	11,8	-0,9	26,6	-1115
Juni	13,8	5,9	23,3	15,0	4,6	25,9	-967
Juli	19,7	10,9	28,2	21,3	10,9	28,2	-1597
Augusti	17,1	8,8	28,2	18,1	7,9	30,4	-935
September	13,1	2,1	21,1	13,5	0,0	23,0	-353
Oktober	9,4	0,7	15,1	9,4	-1,2	17,7	-75
November	6,0	-0,4	12,3	6,0	-2,0	14,0	11
December	1,0	-9,2	5,4	0,2	-11,6	6,1	704
Januari	1,4	-5,7	7,4	1,3	-7,8	8,5	103
Februari	1,7	-2,9	7,4	1,8	-3,3	9,3	-72
Mars	3,8	-4,4	14,2	3,9	-7,1	16,5	-116

I figur 11 visas temperaturen efter jordkanalen som en funktion av utetemperaturen. Här syns inverkan av jordkanalen framförallt vid höga och låga utetemperaturer, dvs kanalen jämnar också ut temperaturerna, vilket visas i figur 12 för en 2-månadersperiod. Detta innebär fördelar i form av minskat effektbehov vid köldknäppar och troligen också minskad avfrostning av värmeväxlarpaketet.

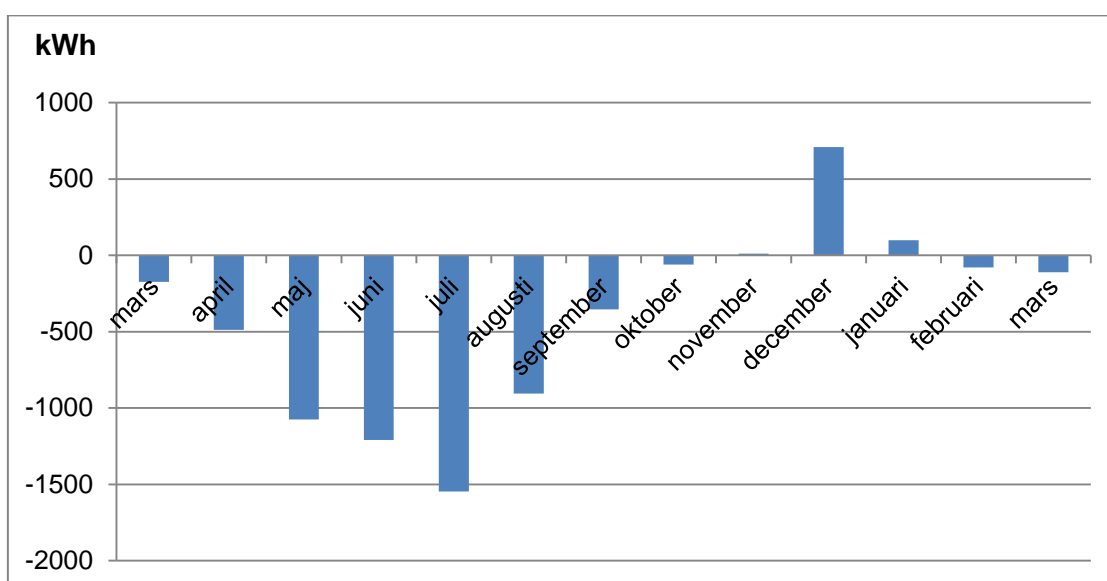


Figur 11 Temperatur efter jordkanal jämfört med utetemperatur för perioden mars 2014-april 2015, °C.



Figur 12 Temperaturvariationer under september-oktober 2014. Markkanalen jämnar ut temperaturen något.

Markkanalens betydelse för energianvändningen har beräknats utifrån uppmätta temperaturer och luftflöden. Resultaten visas i figur 13 för en årscykel under 2014-2015. Under uppvärmningssäsongen oktober tom april blir summan mycket nära noll. I dessa beräkningar har inte variationer i relativ fuktighet beaktats. Viss kyla erhålls sommartid, vilket borde öka den termiska komforten för denna byggnad. Dessutom minskar antalet avfrostningscykler och anläggningen blir lättare att reglera när temperatursvängningarna minskar. En viss avfuktning av uteluften sker genom kondensering i markkanalen. Invändig kontroll av kanalen har betällts men ännu ej utförts. Beslut om eventuell regelbunden rengöring krävs tas därefter.



Figur 13 Månadsvisa energiförluster och tillskott från markkanalen 2014-2015.

Eftervärmning av tilluft

Eftervärmningen har behövt ökas i december 2014 på grund av klagomål från hyresgäster på drag. Tilluftstemperaturen varierar nu mellan 20,0 till 21,7 grader C, beroende på utetemperaturen.

En lägre tilluftstemperatur hade kunnat hållas om donplacering i hörn hade undvikits.

14. Solfångare

Värmetillskottet från de sammanlagt 117 m² stora rörsolfångarna påverkas av sytemtemperaturerna i undercentralen. Eftersom andra solfångare installerades än de först tänkta, dvs man gick från hög- till lågtemperatursolfångare, blev inte temperaturnivåerna samma som var tänkt vid projekteringen av ackumulatortankarna mm. Om hetvattensolfångarna hade installerats, hade troligtvis värmeutbytet blivit betydligt närmare det förväntade, och därmed närmare Noll-energihusnivån.

Ett försök med sänkning av temperaturer från värmepumparna från 58 grader till 53 grader utfördes under hösten 2014 för att se om solfångarnas bidrag kunde ökas. Detta infriades inte, utan resulterade i stället i en större användning av fjärrvärmespets på grund av att tappvarmvattentemperaturerna inte nåddes.

Två av värmepumparna laddar ackumulatortankarna för tappvarmvatten morgon och kväll. Ett prov med att helt stänga av de två värmepumparna genomfördes under sommaren 2015. En fördröjning av försöket uppstod på grund av en ofrivilligt avstängd solfångarpump fram till 23 april 2015.

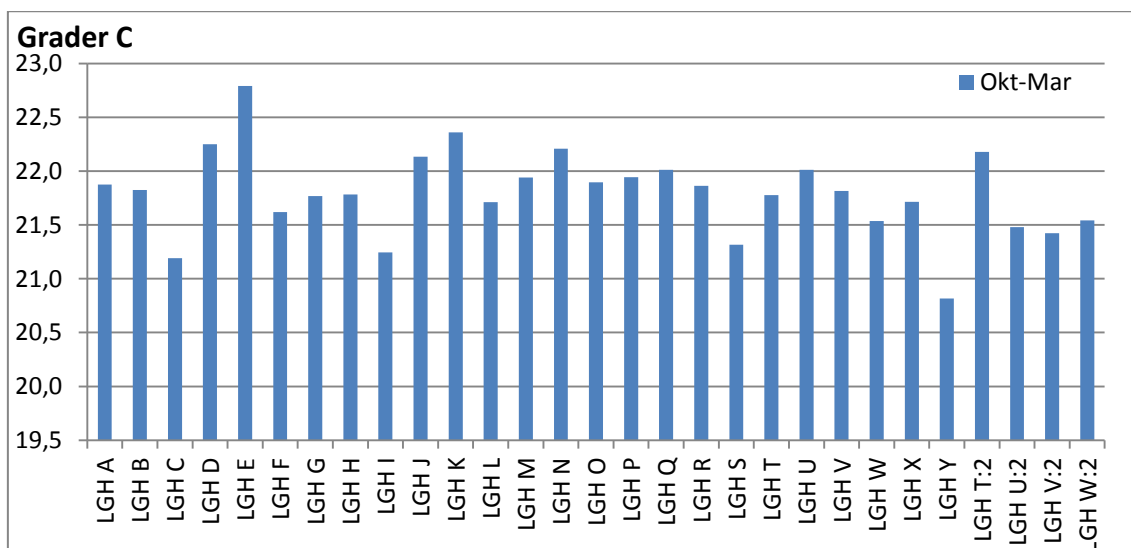
Solfångarpumpen har de första åren gått hela tiden, vilket innebar att solfångarna fungerade som kylare för ackumulatortankarna. Laddtider från solfångarna har ändrats från hösten 2014. Solfångarpumpen går nu 0600-2100 på sommaren och 0900-1800 vintertid.

15. Inomhustemperaturer

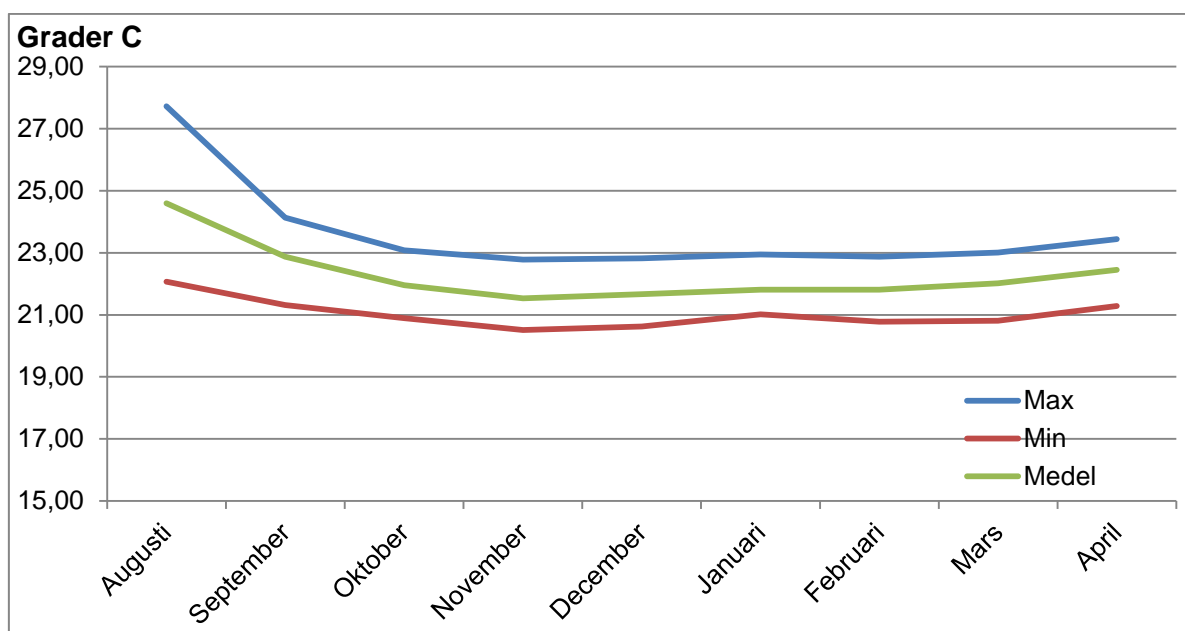
En inomhustemperatur per lägenhet (två i etagelägenheter) har loggats sedan augusti 2014. Lagring har skett med ca 3,5 timmars mellanrum. Höga inomhustemperaturer noterades inledningsvis, bl.a. beroende på brister i injusteringen och felaktiga termostatkroppar.

Byggnadens medeltemperatur under eldningssäsongen 2014-2015 uppmättes till 21,8 °C. Medelvärde av månadsavläsningarna för den tidigare eldningssäsongen var 22,1 °C, så termostatbytet våren 2014 har nog haft en viss inverkan. Sänkning av temperaturen i källaren till 16 °C har också genomförts. Inomhustemperaturen kan inte sänkas mer, beroende på att en och samma värmekrets går till ventilationsaggregatets eftervärme som till radiatorerna. En ytterligare sänkning av tilluftstemperaturen medför risk för dragproblem.

I figur 14 visas spridningen mellan olika lägenheter i byggnaden och i figur 15 visas variationen månadsvis för byggnadens medelvärde. Endast en månadsmedeltemperatur i den kallaste lägenheten hamnade under 20 °C (19,9 i februari). Den aktuella lägenheten var dock tom den perioden.



Figur 14 Medelvärden av uppmätta inomhustemperaturer i lägenheterna under uppvärmningssäsongen 2014-2015. Lägenhetsbeteckning med kolon avser övervakningen på etagelägenheterna med motsvarande bokstav.

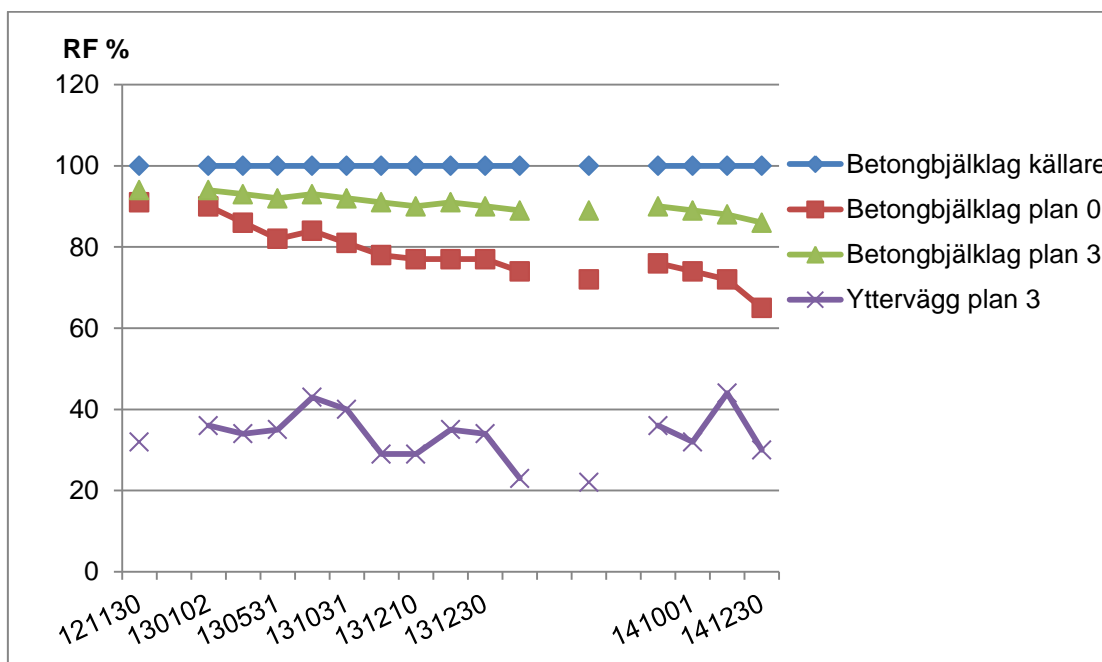


Figur 15 Månadsvisa uppmätta medel-, max- och mintemperaturer i byggnaden 2014-2015.

16. Uppföljning av relativ fuktighet i konstruktioner

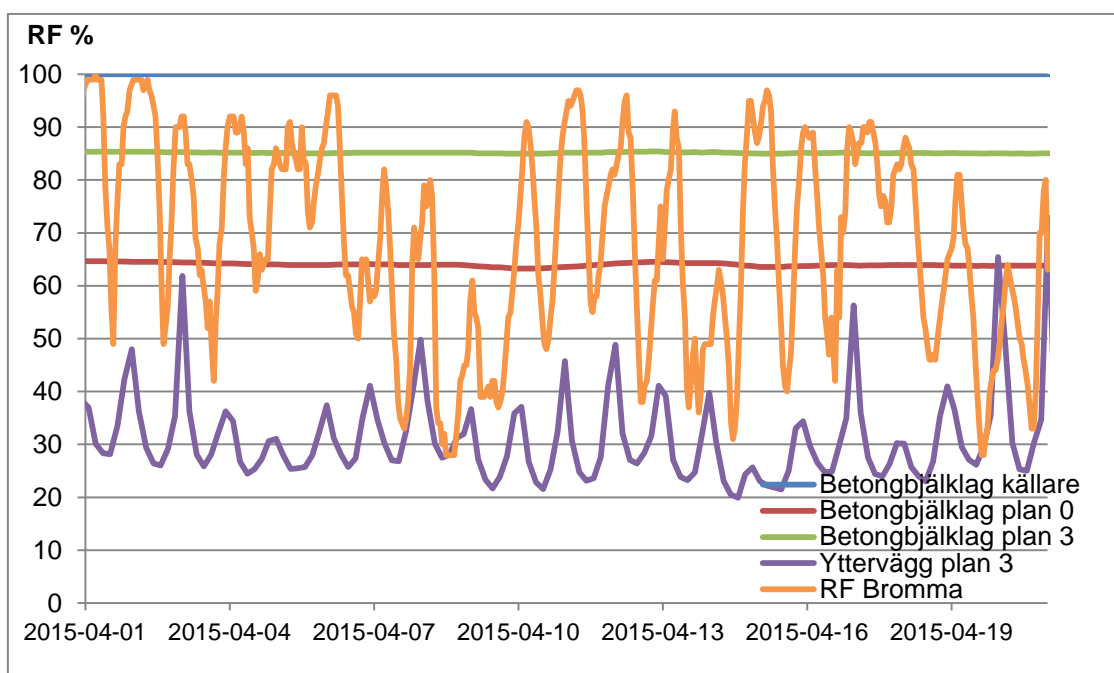
Mätning av relativ fuktighet i konstruktioner har genomförts i fyra punkter under utvärderingsperioden. Inledningsvis utfördes manuella avläsningar, men från hösten 2014 registreras mätvärden automatiskt med ca tre timmars intervall.

I figur 16 redovisas uttorkningen de första två åren. Den lätta utfackningsväggen på plan 3 är i princip torr från början och visar svängningar beroende på uteklimatet. Betongbjälklaget i källaren ligger mycket nära grundvattennivån och torkar därför inte ut alls. Byggnaden är beroende av att grundvatten och tillrinnande ytvatten pumpas bort. Vid något tillfälle har pumpen inte fungerat, vilket resulterade i att källargolvet översvämmades. Nu har ytterligare en pump installerats som back-up. Övriga betongbjälklag torkar ut sakteliga. Uttorkningen på plan 0, barnvagnsrum med rå betongyta, torkar ut betydligt fortare än på plan 3, i bjälklag vid trapphuskorridor, som är täckt med plastmatta.



Figur 16 Relativ fuktighet i konstruktioner de två första åren.

I figur 17 visas resultat vid loggning för en treveckorsperiod i april 2015. Här syns att relativa fuktigheten i utfackningsväggen (placerad bakom köksskåp) påverkas av yttre förhållanden. Hur långt ut i väggen som givaren sitter har ej dokumenterats och inte gått att få reda på. I diagrammet har som jämförelse inlagts uppmätt relativ fuktighet vid Bromma flygplats från samma period. Fukten i betongbjälklagen påverkas som synes inte.



Figur 17 Relativ fuktighet i konstruktioner en treveckorsperiod i april.

17. Boendeenkäter

Två boendeenkäter har genomförts i byggnaden, dels den vanliga hyresgästenkäten genom Aktiv Bo som som årligen går ut till 1/3 av Stockholmshems hushåll, dels en enkät för att verifiera certifieringen enligt Miljöbyggnad.

Aktiv Bo-enkäten genomfördes 2014, efter andra uppvärmningssäsongen, med 14 svarande (av 25 lägenheter). Resultaten från denna enkät visar att målet klart överträffas för nedanstående faktorer:

- Serviceindex: Hyresgästerna skall vara nöjda med genomförandet och resultatet av projektet. Mål > 75% nöjda.
Enkätresultat serviceindex: 82 % nöjda.
- Trygghetsindex: Trygg boendemiljö för de boende genom tillämpning av Bo Trygg-05. Mål > 75% nöjda.
Enkätresultat trygghetsindex: 88 % nöjda.
- Produktindex: 1. Lägenheterna skall ha en trivsamt, funktionell och yteffektiv planlösning med god möblerbarhet. 2. Lägenheterna skall ha utförande och utrustning som motsvarar hyresgästernas förväntningar på grundstandard. Mål > 70% nöjda.
Enkätresultat produktindex: 79 % nöjda.

Den andra boendeenkäten genomfördes under våren 2015, dels för egen erfarenhetsuppbyggnad, dels för att verifiera certifieringen enligt Miljöbyggnad. Upprepade påstötningar har genomförts av Stockholmshem för att få tillräcklig svarsfrekvens på enkäten. 19 enkätsvar erhöles, vilket gav en svarsfrekvens på 76 % för de 25 lägenheterna. Alla enkätfrågor och svar redovisas i bilaga 4.

För de flesta frågor gavs bra resultat. I flera lägenheter kommenteras att man trivs och att helhetsintrycket är gott.

På frågor om termisk komfort visade enkätsvaren att 90 – 95 % av hyresgästerna var nöjda. 83 % var nöjda med luftkvaliteten och 94 % var nöjda med dagsljusförhållandena i lägenheterna. Vad gäller ljudnivån var 84 % nöjda. Miljöbyggnad kräver minst 80 % nöjda för nivå guld, vilket klaras för dessa indikatorer.

I ett par lägenheter har klagomål framförts på knäppningar från installationer och tak. Byggnaden är lufttät med bra ljudisolering i fönster, vilket innebär att invändiga ljud från installationer m.m. blir mer framträdande. Någon besväras av brandvarnare. En hel del åtgärder har vidtagits. Upphängning av rör i stommen, pumpupphängning och rörgenomföringar genom stommen har justerats, liksom drifttider och varvtal på några pumpar. En extra limmad gipsskiva invändigt i snedtak har monterats, vilket resulterade i en ljudsänkning av 5 dBA.

I ett par lägenheter (11 %) uppges att man ibland besväras av mögellukt. Av hyresgästernas kommentarer till enkätsvaren framgår i ett fall att mögellukt känns från avfallskvarnen trots regelbundet användande. I ett annat fall klagas på avloppet i toaletten. I två enkätsvar klagas på röklukt från grannar, som röker på uteplats/balkong.

På frågan om man upplevt hälsobesvär som astma, hösnuva m.m., som de boende tror beror på innemiljön i sin bostad, svarade en "ofta" och 5 "ibland", men på frågan om de har allergiska besvär som de tycker förändrats svarar bara en att "tillståndet försämras" när den vistas i bostaden.

Stockholmshem har tolkat svaren och bedömt dock att inomhusmiljön är god men vill fördjupa sig i vilka faktorer som resulterat i de lite motsägelsefulla svaren. Finns någon erfarenhet att ta med sig till kommande projekt? En fortsatt undersökning har påbörjats. Bl.a. kommer loggning av temperatur och relativ fuktighet att utföras i ett antal lägenheter i samarbete med de boende. Resultatet från denna undersökning var när denna rapport skrevs inte färdigt.

18. Erfarenheter

Stockholmshems och JM Entreprenads erfarenheter från projektet redovisas nedan. Tanken med detta pilotprojekt var att prova lösningar på en mindre byggnad med hänsyn till kostnader, risker och för en snabbare "feed back".

Den gemensamma undercentralen, som inkluderar ett bergvärmeprojekt för ett stort antal äldre lägenheter, har dock medfört ökad komplexitet som påverkat idrifttagningen av byggnaden. Det delade ansvaret har medfört vissa brister och att åtgärdandet av vissa fel blivit fördröjt. Ansvaret har hamnat "mellan stolarna" mellan de två projekten.

Arbetet med lufttätning av byggnaden innebar ett flertal prov och justering av metodval. Speciellt arbetskrävande var tätning av de sneda fönstersmygarna.

Merkostnader för energiåtgärderna och övrigt miljöarbete hamnade på ca 4,6 Mkr, d.v.s. ca 10 % av den totala byggkostnaden, exkl. rivning av den befintliga byggnaden.

Nedan visas några exempel på erfarenheter som togs med till efterföljande projekt.

Planeringsskedet:

- Tilluftsdonens placering och riktning behöver stor omsorg för att minska risk för drag och för att vid behov kunna hålla nere tilluftstemperaturen. Donen i taket bör placeras minst ca 900 mm från vägg.
- Undvik takfönster och andra genomföringar i yttertak, vilket orsakar svårigheter med avseende på klimatskärmens lufttätethet, köldbryggor och därmed ökade värmeförluster.
- Nödvändiga takluckor utförs med såväl ytterlucka som innerlucka för god lufttätethet och värmeisolering.
- Brandluckor som lever upp till klimatskärmens lufttätethet gick inte att upphandla.
- Snåla inte med antal lägenheter som förses med rumstemperaturgivare för att kunna optimera uppföljningen och intrimning av värme- och ventilationsanläggningen.
- Snåla inte med antal mätanordningar för uppföljning och intrimning samt erfarenhetsåterföring.
- Värmekrets till eftervärmern i FTX-aggregatet respektive radiatorerna skall separeras för att kunna optimera intrimningen.
- Valet av takbeläggning med falsad plåt har underlättat infästning av solcellsanläggningen och minimerat antal genomföringar i tätskiktet. Alla infästningar i takplåten kan dock ha bidragit till att en del "knäppljud" trängt igenom till underliggande bostadsutrymmen på vind (varma tak). Utformningen av takkonstruktionen och ljudisoleringen mot bostadsutrymmen på vind kräver extra omsorg.
- Extra omsorg krävs för undvikande av ljudstörningar, t.ex. för installationer i närheten av bostadsutrymmen, vid val av upphängningssystem för ledningar och pumpar samt vid utformning av brandtätningar vid rörgenomföringar genom väggar och bjälklag.
- Var noga med kravspecifikationen på önskad solfångaranläggning, t.ex. om ett hetvattensystem önskas eller inte.

Genomförande:

- Viktigt att forcera fram tidiga täthetsprovningar av avgränsade byggdelar innan arbetet måste löpa på enligt tidplan.

- De tidiga lufttätetsprovningarna visade att tejping var att föredra före fogning med fogmassa.
- Kvaliten ökar med hur utförarna av tätningsarbetet kan engageras i val av tätningsdetaljer och resultat från täthetsprovning.
- Granska ritning av plattbärlag avseende lämpligt ingjutningsgods för avsett ventilationsdon.
- Kräv att protokoll från egenkontroll vid utleverans följer med produkter som vid avvikelser medför allvarliga produktionsstörningar.
- Provtryck gärna ventilationsanläggningen i tidigt skede så att möjliga "tryckfallsbovar" påträffas och kan åtgärdas innan inflyttning.
- Sneda fönstersmygar kräver mycket hänsyn och extra arbetsberedning om höga krav på lufttätet ska uppfyllas. T.ex. kan smygarna behöva prefabriceras och tätningsprofiler för annat än 90 grader finns inte på marknaden.
- Andra partier som krävde särskild omsorg att få lufttäta var stålpelare i yttervägg och den platsbyggda översta halv våningen i träkonstruktion med takfönster, brandluckor och hisstopp.
- Utfackningsväggar med stålreglar kräver extra tid för översyn och korrigerande infästning av snickerier.
- Det kan övervägas om dusch skall vara standard med badkar som tillval, för att minimera antal badkar i byggnaden.
- Termostaterna på radiatorerna kan bytas ut från 23 till 22 graders stängtemperatur.
- Upphandla funktions- och energikrav med incitament för minst 2 driftår.
- Informera och involvera hyresgästerna i projektets/fastighetens miljöåtgärder och deras påverkan, för att öka hyresgästernas förståelse för funktionen och undvika felaktiga handhavanden.

Uppföljning:

- Vid intrimning kan rökindikatorerna i frånluften behöva rengöras eller bytas ut. Rökindikatorer kan behöva, beroende på "utspädningen", ställas in på "trög" för att minimera antal falska larm.
- Börja mäta och analysera tidigt och löpande efter drifttagandet för att upptäcka eventuella brister i mätutrustning och mätarplaceringar.
- Utse en driftuppföljare som bevakar och föreslår åtgärder för optimering av anläggningen i samverkan med förvaltning och entreprenör under minst 2 år. Detta för att också få en snabb erfarenhets- och kunskapsöverföring till förvaltningen och bra förutsättningar för en hållbar framtida funktion.
- Hyresgästenkät är en bra respons hur byggnaden fungerar. Ytterst är det de boende som skall uppleva att de har en god inomhusmiljö.

19. Slutsatser

Byggnadens specifika energianvändning har uppmätts till $48 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, vilket överensstämmer med förväntat värde. Användningen av värme är dock något högre än beräknat, men säkerhetspåslag för värmedistribution och vädring var större.

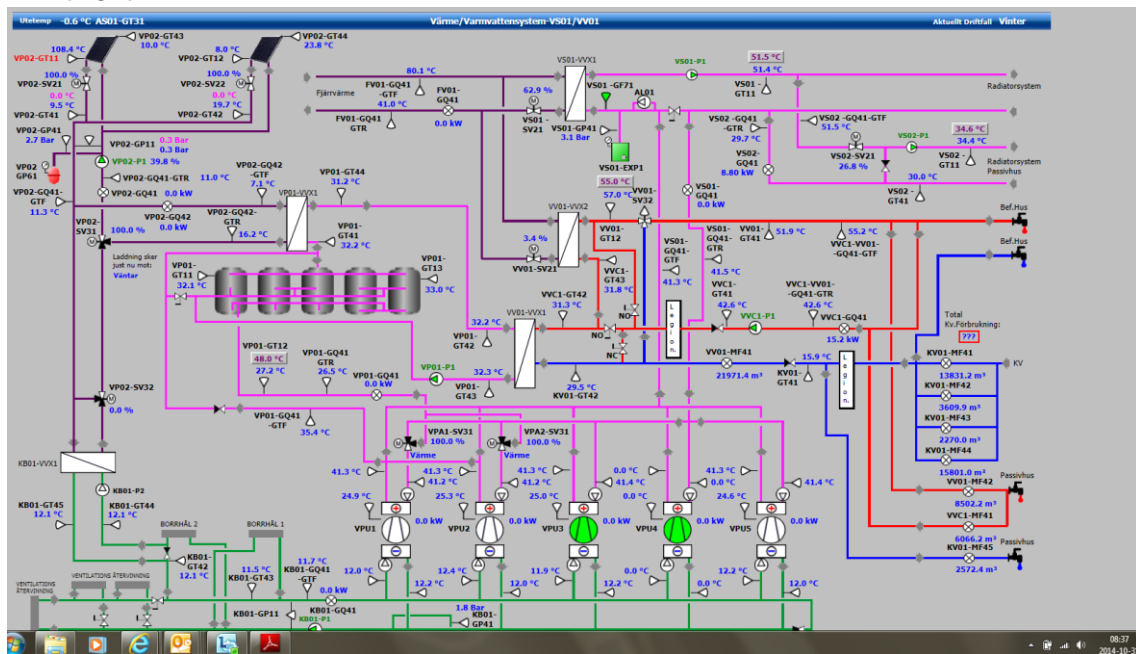
Användningen av fastighetsel är högre än beräknat. För el till ventilation, som är den största delposten, uppnåddes förväntade värden. Uppmätt el till dräneringspump i mark och utebelysning förklarar endast en mycket liten del av skillnaden. En djupare analys av skillnaden hade kunnat göras om fler delmätare hade installerats.

Tappvarmvattenanvändningen är lägre än beräknat och därför har den i resultatredovisningen höjts upp till projekterad användning. Hushållselen är också lägre än beräknat men här har ingen korrektion genomförts.

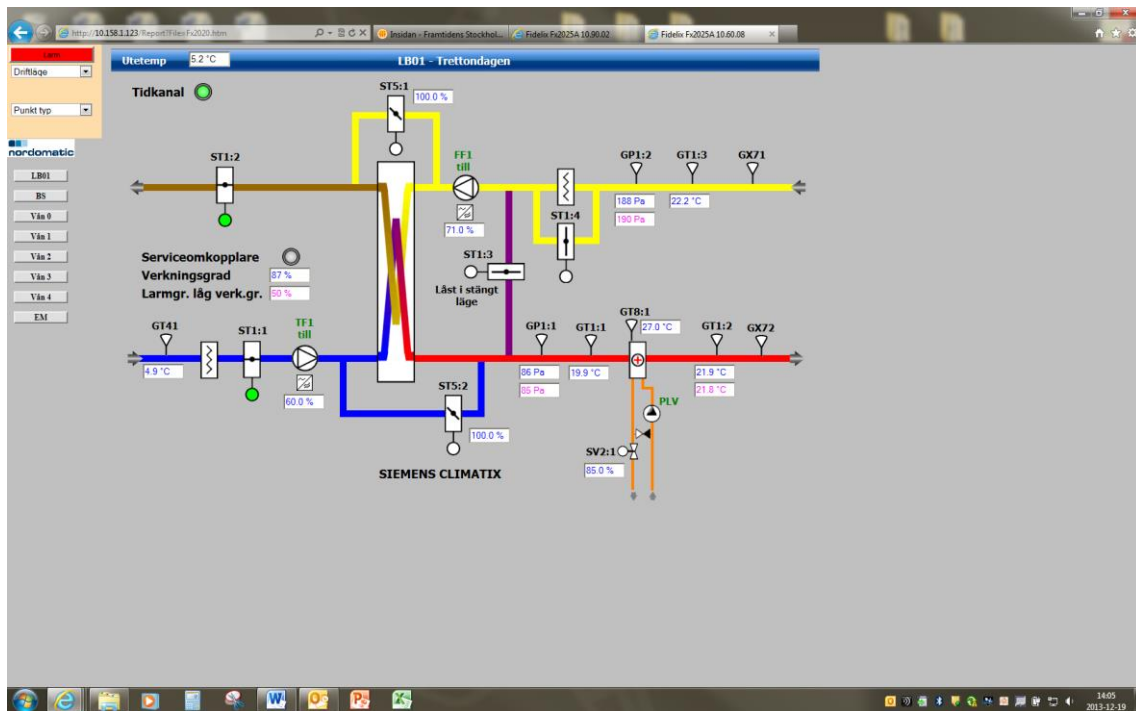
Samordning med undercentralen för de befintliga 50-talsbyggnaderna under processen med projektering och byggande av solfångaranläggningen resulterade i svår driftoptimering och ett sämre utbyte än förväntat på grund av att vissa fel hamnat "mellan stolarna".

Energibesparing från tilluftskanalen i mark är i stort sett obefintlig. Däremot kan i storleksordningen 1-3 kW maxeffekt sparas (på timvärden). Avfrostningen minskar också samt att viss avfuktning av uteluften sker genom kondensering i markkanalen. Invändig kontroll av kanalen har beställts men ännu ej genomförts.

Bilaga 1 Driftkort

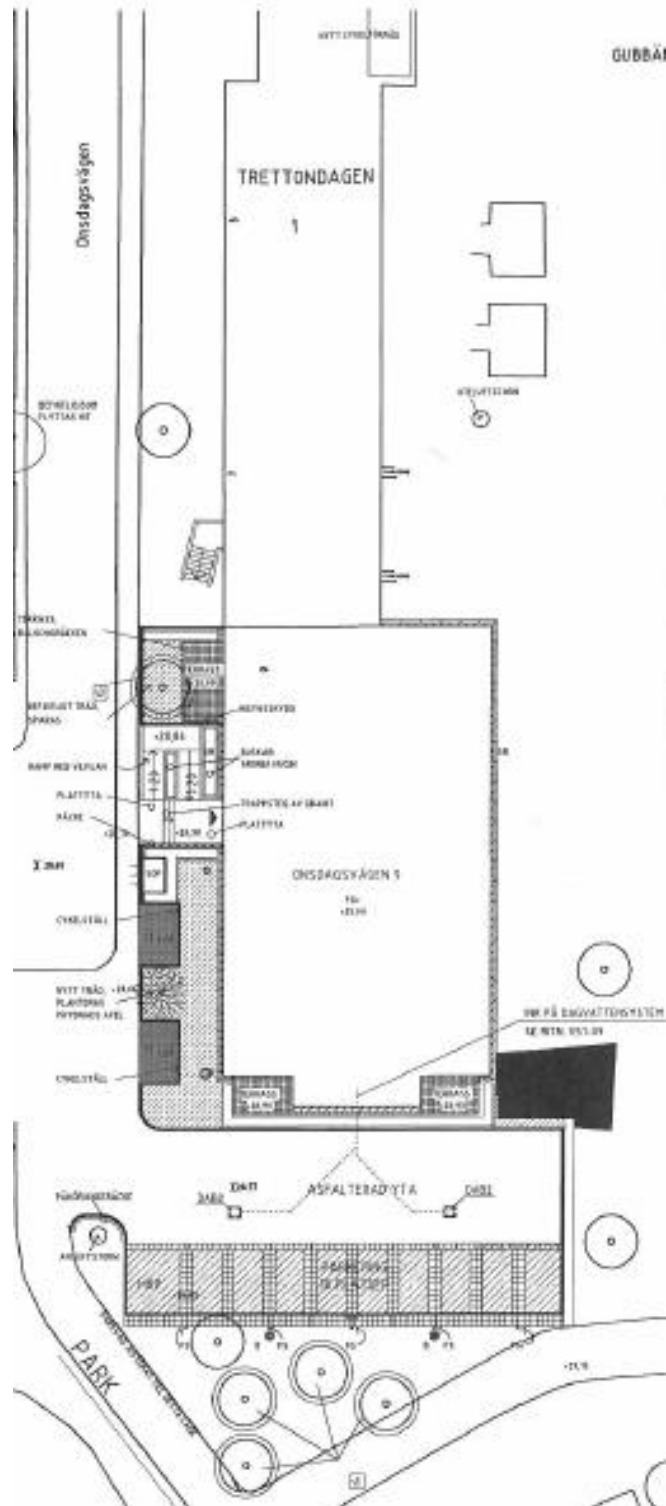


Undercentral på Onsdagsvägen 7 (Betjänar hela området.)



Ventilationsaggregat på Onsdagsvägen 9.

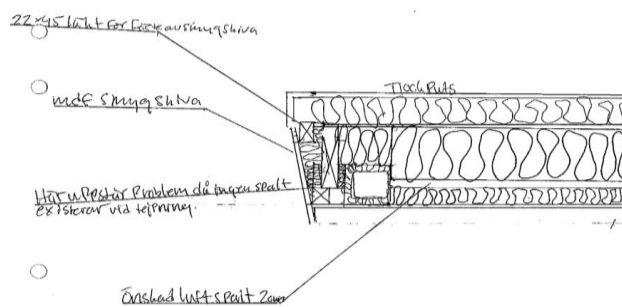
Bilaga 2
Situationsplan



Bilaga 3 Bilder



Tätning vid takfot mot varmt utrymme.



Skiss på utförande av sned fönstersmyg



Tätning i fönstersmyg.



Komplettering med fogmassa.



Utfackningsvägg mot bärande innervägg. Tätning runt stålpelare i yttervägg.



Solfångare på tak.



Installationsgenomföringar i bjälklag.



Markkanal för tilluft.



Vertikal del av tilluftkanal med dränering.



Avluftskanal



Ventilationsaggregat i källare.



Tätning av otätt spjäll vid tryckprovning.



Tryckprovningssuppställning vid entrédörr.



Tätning av ännu ej installerad taklucka vid tryckprovning.

Bilaga 4 Miljöbyggnads inommiljöenkät

Nedan visas enkätfrågor med instruktioner som enligt Miljöbyggnad krävs för att verifiera vissa indikatorer som ska klassas GULD vid nyproduktion. I "Metodik för nyproducerade och befintliga byggnader" finns mer information om enkäten, hur den ska användas och svaren hanteras. Indikatorerna med motsvarande frågenummer i enkäten redovisas i tabellen nedan.

- nr 5 Ljudmiljö
- nr 7 Ventilationsstandard
- nr 9 Fuktsäkerhet
- nr 10 Termisk klimat vinter
- nr 11 Termiskt klimat sommar
- nr 12 Dagsljus.

Instruktioner

- I flerbostadshus ska enkäten distribueras till samtliga hushåll i byggnaden. I stora byggnader sker ett slumpmässigt urval av 30 hushåll. En person per hushåll kan besvara enkäten.
- Enkäten ska genomföras tidigast ett år efter inflyttning och senast före garantibesiktning. Om en motsvarande enkätundersökning redan är genomförd kan resultatet från denna användas. Den får inte vara äldre än 5 år och inga väsentliga förändringar ska ha skett i byggnaden som kan påverka inommiljön negativt.

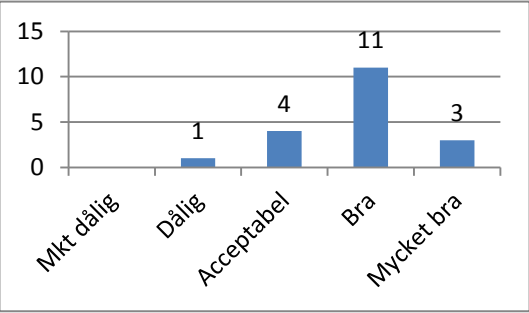
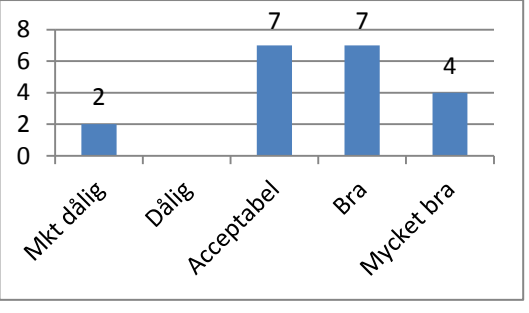
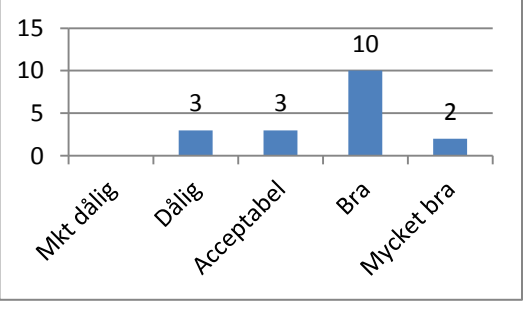
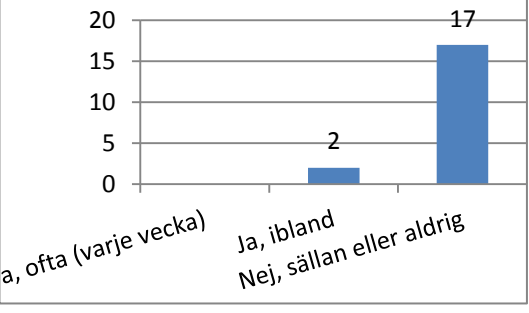
En svarsprocent på minst 70 % eftersträvas i flerbostadshus. För bostadshus kan det krävas både en och två påminnelser för att nå detta. En enkätundersökning ger en indikation av brukarnas upplevelse. För de aktuella indikatorerna krävs att minst 80 % av svarande brukare är nöjda, det vill säga har i enkätsvar uppgett att resultatet är mycket bra, bra eller acceptabelt. För indikator nr 9 Fuktsäkerhet krävs för GULD att minst 90 % av svarande brukare uppger att de saknar byggnadsrelaterade hälsobesvär.

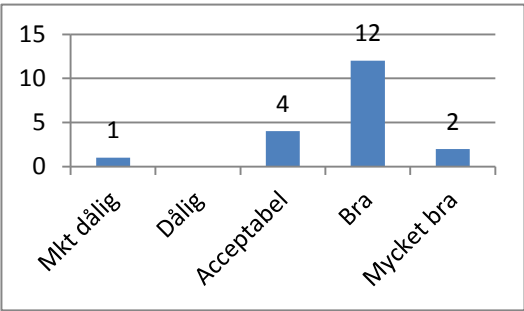
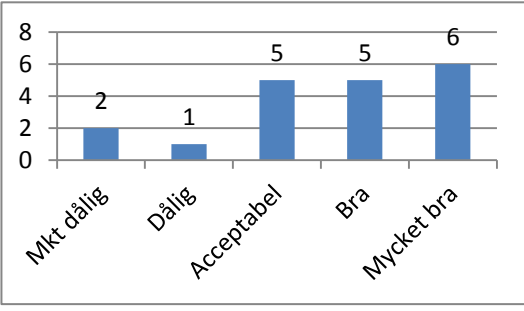
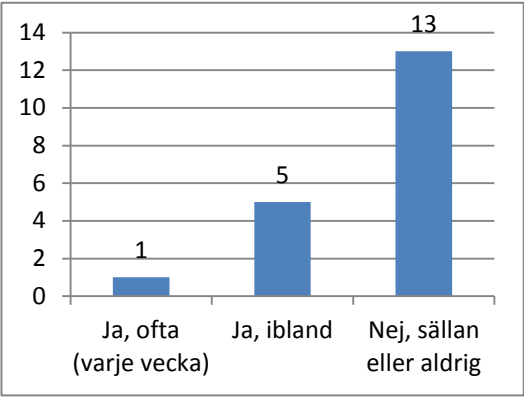
Ett generellt problem med enkätundersökningar är att sålla bort till exempel psykosociala problem som kan visas sig i svaren men som inte har med byggnaden att göra.


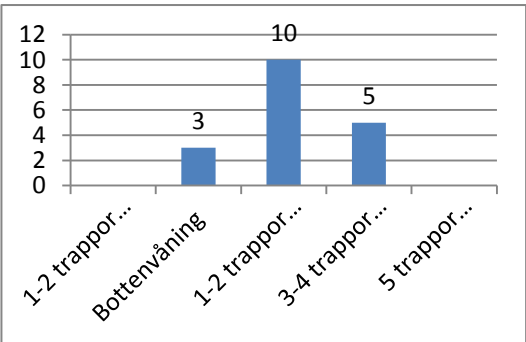
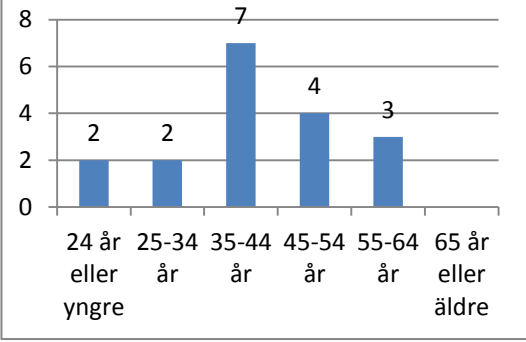
Enkätstudie

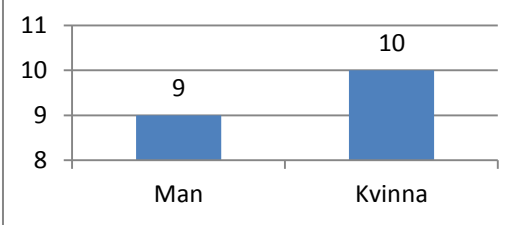
I kv Trettondagen genomfördes en enkätstudie under våren 2015. Efter upprepade påminnelser erhöles 19 enkätsvar, vilket gav en svarsfrekvens på 76 % för de 25 lägenheterna.

Enkätsvaren och frågorna återfinns i följande tabeller.

Miljöbyggnads enkätfrågor för bostäder	Erhållna enkätsvar
<p>Fråga 1 Hur tycker du att värmekomforten är i stort i din bostad under SOMMARHALVÅRET?</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket bra <input type="checkbox"/> Bra <input type="checkbox"/> Acceptabel, dvs varken bra eller dålig <input type="checkbox"/> Dålig <input type="checkbox"/> Mycket dålig</p>	 <p>95 % nöjda</p>
<p>Fråga 2 Hur tycker du att värmekomforten är i stort i din bostad under VINTERHALVÅRET?</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket bra <input type="checkbox"/> Bra <input type="checkbox"/> Acceptabel, dvs varken bra eller dålig <input type="checkbox"/> Dålig <input type="checkbox"/> Mycket dålig</p>	 <p>90 % nöjda</p>
<p>Fråga 3 Hur tycker du att luftkvaliteten är i stort i din bostad?</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket bra <input type="checkbox"/> Bra <input type="checkbox"/> Acceptabel, dvs varken bra eller dålig <input type="checkbox"/> Dålig <input type="checkbox"/> Mycket dålig</p>	 <p>83 % nöjda</p>
<p>Fråga 4 Besväras du av mögellukt i din bostad?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, ofta (varje vecka) <input type="checkbox"/> Ja, ibland <input type="checkbox"/> Nej, sällan eller aldrig</p>	 <p>89 % obesvärade</p>

Miljöbyggnads enkätfrågor för bostäder	Erhållna enkätsvar
<p>Fråga 5 Hur tycker du att dagsljuset är i stort i din bostad?</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket bra</p> <p><input type="checkbox"/> Bra</p> <p><input type="checkbox"/> Acceptabelt, dvs varken bra eller dålig</p> <p><input type="checkbox"/> Dåligt</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket dåligt</p>	 <p>94 % nöjda</p>
<p>Fråga 6 Hur tycker du att ljudmiljön är i stort i din bostad? Frågan gäller både ljud och ljudnivå.</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket bra</p> <p><input type="checkbox"/> Bra</p> <p><input type="checkbox"/> Acceptabel, dvs varken bra eller dålig</p> <p><input type="checkbox"/> Dålig</p> <p><input type="checkbox"/> Mycket dålig</p>	 <p>84 % nöjda</p>
<p>Fråga 7 Har du under de tre senaste månaderna haft hälsobesvär som klåda/sveda/irritation i ögonen, irriterad/täppt/rinnande näsa, heshet/halstorrhet, hosta eller torr/rodnande hud i ansiktet och som du tror kan bero på inommiljön i din bostad?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, ofta (varje vecka)</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, ibland</p> <p><input type="checkbox"/> Nej, sällan eller aldrig</p>	 <p>68 % obesvärade</p>

Miljöbyggnads enkätfrågor för bostäder	Erhållna enkätsvar
<p>Fråga 8 Om du har <i>allergiska</i> besvär som astma, hösnuva, allergiska eksem, hur tycker du att ditt allergiska tillstånd förändras när du vistas i din bostad?</p> <p><input type="checkbox"/> Tillståndet förbättras</p> <p><input type="checkbox"/> Tillståndet varken förbättras eller försämras</p> <p><input type="checkbox"/> Tillståndet försämras</p> <p><input type="checkbox"/> Jag har inga allergiska besvär</p>	 <p>95 % ser ingen försämring</p>
<p>Fråga 9 På vilket våningsplan ligger din lägenhet?</p> <p><input type="checkbox"/> 1-2 trappor ned (souterrängvåning)</p> <p><input type="checkbox"/> Bottenvåning</p> <p><input type="checkbox"/> 1-2 trappor upp</p> <p><input type="checkbox"/> 3-4 trappor upp</p> <p><input type="checkbox"/> 5 trappor upp eller högre</p>	
<p>Fråga 10 Hur gammal är du?</p> <p><input type="checkbox"/> 24 år eller yngre</p> <p><input type="checkbox"/> 25-34 år</p> <p><input type="checkbox"/> 35-44 år</p> <p><input type="checkbox"/> 45-54 år</p> <p><input type="checkbox"/> 55-64 år</p> <p><input type="checkbox"/> 65 år eller äldre</p>	

Miljöbyggnads enkätfrågor för bostäder	Erhållna enkätsvar						
<p>Fråga 11 Är du man eller kvinna?</p> <p><input type="checkbox"/> Kvinna <input type="checkbox"/> Man</p>	 <table border="1"><thead><tr><th>Gender</th><th>Count</th></tr></thead><tbody><tr><td>Man</td><td>9</td></tr><tr><td>Kvinna</td><td>10</td></tr></tbody></table>	Gender	Count	Man	9	Kvinna	10
Gender	Count						
Man	9						
Kvinna	10						
<p>Kommentarer från hyresgäster</p>	<p>Helhetintrycket är bra överlag och vi trivs i lägenheten.</p> <p>Jag trivs mycket bra, lägenheten är bra planerad.</p> <p>Huset är toppen, men träden utanför har vuxit så att vi inte längre får in ljus i lägenheten :-)</p> <p>I porten och i trapphuset färgen på väggarna har lossnat och en trappa upp vita väggar är smutsiga. Har mycket besvär från rökarna som bor på bottenvåningen. Kan inte vistas på balkongen eller ha fönstret öppet.</p> <p>Angående fråga 2:a - det blir alldeles för varmt under sommaren, måste ha öppet dock stänga snart på grund av rökande grannar (snälla förbjud rökning på balkong).</p> <p>Det som inte fungerar särskilt bra är toaletten. Avloppet är inte det bästa. Annars är allt bra.</p> <p>Planeringen av sovrum bör göras så att man får plats med en dubbelsäng oavsett lägenhetsstorlek.</p> <p>Brandlarm låter ofta högt oregelbundet. Mögellukt kommer från avfallskvarnen i köket, trots regelbundet användande.</p>						