

Delrapport 2

Fältstudier –nyproducerade flerbostadshus

Senast uppdaterad: 2001-04-18

Eje Sandberg ATON Teknik Konsult AB

1. Bakgrund och syfte.....	2
2. Urval.....	2
3. Genomförande och resultat	3
3.1 Jämförande energivärden	4
4. Parameteranalys	6
4.1 Innetemperaturer.....	6
4.2 Klimatskärm.....	6
4.3 Ventilationsflöden.....	6
4.4 Kall- och varmvatten.....	7
4.5 VVC-anlutna handukstorkar.....	8
4.6 Fastighetsel och hushållsel.....	8
4.7 Fördelningsmätning värme	8
Bilaga 1. Uppföljningsprogram 10 fastigheter	9
Bilaga 2. Kv Fågelsången, Nybodahöjden	14
Bilaga 3. Kv Svavlet.....	
Bilaga 4. Kv Nejonögat.....	
Bilaga 5. Kv Tegelprämen	

1. Bakgrund och syfte

Inom ramen för MEBY-projektet har ett antal fördjupade besiktningar och fältmätningar av nyproducerade flerbostadshus genomförts.

Syftet med dessa studier har varit att:

- ge mer grundläggande kunskaper om vilka normala tekniska lösningar som förekommer i dagens produktion och som ska kunna beskrivas i relevanta energiparametrar
- mäta och kvantifiera dess påverkan, inklusive relevanta drifttider
- insamla schablonvärden som kan användas i tidigt skede
- insamla beteenderelaterade mätvärden och data via mätningar och via kompletterande enkäter (se delrapport 3)
- beskriva några fastigheter som underlag för modelltester på systemdelsnivå, liksom för hela fastsigheten

2. Urval

Urvalet syftade till att hitta ett tiotal fastigheter uppförda sent under 90-talet och som representerar olika upplåtelseformer och byggnads och installationstekniska lösningar. Som utgångspunkt för urvalet utformades en checklista på vilket underlag som ska finnas tillgängligt och vilka förutsättningar som bör gälla för att ett bra och säkert underlag ska kunna fås fram, se bilaga 1 Uppföljning 10 fastigheter.

I flera avseenden lyckade dessa ganska ambitiösa urvalsmål inte uppfyllas. Samarbetet med de två deltagande byggföretaget innebar att flertalet objekt har bostadsrätt som upplåtelseform. För dessa fastigheter var all teknisk dokumentation och ritningsunderlag överlämnade till bostadsrättsföreningen. Dessa hade i flera fall dålig kunskap om hur fastigheten fungerade och var dokumentationen förvarades.

Bristen på tillgänglig teknisk dokumentation blev en påtaglig hämsko. I de flesta fall fanns ingen energianalys tidigare genomförd, eller så saknades dess underlag, vilket innebar att konstruktionsdata och mängdning inte genomförts eller fanns tillgänglig.

Det totala antalet fastigheter att välja mellan var allt för få för att få någon större spridning på olika tekniska lösningar för t.ex värmesystemet.

Det slutliga urvalet redovisas i följande matris, tabell 1 som beskriver några av de olika urvalsaspekterna. I matrisen står ESH för Stockholm Stads Energieffektiva Sunda Hus och dessa har ett krav på sig att lämna in uppgifter och genomföra boendeenkäter. Något som såväl bostadsrättsföreningarna som vissa av förvaltarföretagen ändå var helt omedvetna om.

Objekt	Bygg- år	Upplåtelse- form/antal lgh	Byggsyst.	Vent. System	Värme- system	Ind. mätn	Bygg- herre	ESH?	VV mät.
Tegelprämen/StEr	-97	Hysesr/114	Lättbet.	F	radiator	Nej	SKB/	Ja	Ja
Nybodah14	98	Brf/3x8	Stål- stomme	F	radiator	Ja	NCC /SIAB	Ja	Ja
Svavlet/Räcksta	99/00	Brf/4 x 16	(SIAB)	F	radiator	Nej	HSB	Ja	
Tyresöbo-punkt.	-93	hyresrätt		FTX	radiator				Ja
Tyresöbo-6 punkt.	-94	hyresrätt		FTX	radiator				
Nybodah –Skansk		Brf/4x6	Btg/Leca	F	Golv.	Ja	Skanska	Ja	Ja
Kv Råven/Bergsh.		/Brf ?	Trä	Lgh-F	radiator	(Ja)	Skanska		
Nybodah –JM				F	radiator				
Fambo	-50	hyresrätt/44		S?	radiator	Ja			Ja
Huge	-60	hyresrätt		F	radiator	Ja			Ja

Tabell 1. Urvalsmatris

3. Genomförande och resultat

För fältstudien utarbetades en besiktningsplan, se bilaga 1 och en rad excelark för insamling av besiktningsdata. Denna visade sig vara väl ambitiös i förhållanden till de mättekniska förutsättningar som fanns och i förhållande till den givna budgeten. Någon fullständig och systematisk mätdatabank har därför inte kunnat byggas upp. Däremot har flertalet parametrar som ingått i studien fått ett relativt bra besiktnings- och mätdatabaser för att kunna belysa och kvantifiera de parametrar som ingått i MEBY-studien. Vissa parametrar har varit särskilt svåra att mättekniskt belysa, så som produktionsförluster i undercentralen, distributionsförluster i värmekrets och i varmvattencirkulationskretsen och besparingseffekter med fördelningsmätning av värme. Även mätningar inne i lägenheterna var besvärliga, dels för att dessa måste påannonseras och inbokas och dels för att allt för omfattande mätningar blir störande.

Av de 10 utvalda fastigheterna har endast genomgripande studier kunnat göras för 4 av dessa (de 4 första fastigheterna i tabellen):

Kv Fågelsången
Kv Svavlet
Kv Nejonögat
Kv Tegelprämen

Dessa fyra fastigheter redovisas i bilaga 2 – 5. För dessa har också jämförande energiberäkningar genomförts med energiberäkningsprogrammet ENORM.

För de övriga 6 har systemdelar och delområden studerats för att ge underlag för parameteranalyserna. T.ex valdes Hugebostäders och Familjebostäders fastigheter ut för att de har fördelningsmätning av värme och varmvatten. Vid uppföljningarna av Familjebostäders fastighet visade det sig sedan att fastigheten inte var strikt avdelad och flera olika byggnader var anslutna till samma undercentral. Här begränsades studien till energiåtgångstalen för denna byggnad jämfört med ett identiskt referenshus, temperaturmätningar och enkätfrågor, se avsnitt 4.7, fördelningsmätning.

Hugebostäder drog sig ur samarbetet beroende på en pågående omorganisation. Värdefulla uppgifter från denna fastighet har ändå kunnat sammanställas utifrån en tidigare genomförd forskningsstudie. Denna sammanställning finns redovisad i avsnitt 13 i Delrapport 5.

De 3 fastigheter som finns uppförda på Nybodahöjden, finns avrapporterade i en separat rapport direkt till Stockholms Stad (Uppföljning av åtgärder för miljöanpassat byggande i Nybodahöjden).

En av fastigheterna i Tyresö bestod av 6 olika byggnader med dåligt fungerande värmeåtervinningssystem (FTX) i varje byggnad och kulvertsystem mellan byggnaderna och värmecentralen. En komplett studie av denna fastighet som underlag för modell skulle kräva mycket stora mätinsatser, varför resurserna istället lades på fastigheten med ett punkthus. Även denna har ett värmeåtervinningssystem och finns dokumenterat i bilaga 4.

Ytterligare ett objekt har senare tillkommit i samband med test av verifikationsmetoden, kv Skärkarlen som förvaltas av Svenska Bostäder. Denna finns dokumenterad i Delrapport 6.

Kv Skärkarlen och kv Nejonöгат, som också ingick i verifikationstestet är två objekt väl lämpade för kommande tester av beräkningsprogramvaran.

3.1 Jämförande energivärden

För ett antal objekt har värden på uppmätt värmeenergi och varmvatten kunna avläsas. Dessa har sedan jämförts med ENORM-beräkningar ofta baserade på programskedets indata, dvs i många fall med för låga luftflöden, inga köldbryggor angivna, samt standardvärden för el, personbelastning och varmvatten. I vissa fall har uppskattade värden för U-värden och köldbryggor använts.

	ENORM	Verklig	ENORM	Verklig
kWh/m2 BRA	Värme + VV	Värme + VV	Värme	Värme
Kv Fågelsången Hus3	68	129	38	103
Kv Svavlet	87	119	51	93
Kv Nejonöгат	96	116	55	85
Kv Tegelpåren	112	139	79	115
Kv Skärkarlen	85	104	52	81
Kv Råven		120		102
Nyboda Skanska	71	100	36	75
Nyboda JM	81	121	40	96
Medel	86	119	50	94

Tabell 2. Jämförande energital

Av tabellen framgår att verkligheten ligger ca 40% högre än ENORM-värdena för värme och varmvattenenergi. Men tar vi bort varmvattenenergin och enbart ser på värmeförbrukningen ligger verkligheten nära 90% högre och för vissa objekt 170 % högre. För flertalet objekt har verkliga varmvattenmätningar använts som underlag, men modellvärden där mätningar saknats. Varmvattenenergin står för ca 21% av summa värme och varmvattenenergi.

Den skillnad mellan verklighet och ENORM-resultaten är utgångspunkten för MEBY-projektet och tabellen enbart bekräftar tidigare studier. Nu är inte ENORM-beräkningarna som ger underlaget för tabellen stringenta vad avser indatakvaliten, i vissa fall används verkliga luftflöden inte i andra. Det är inte heller meningsfullt att göra det eftersom projektet

syftar till att införa nya modellbeskrivningar. Intressantare är däremot att jämföra de verkliga värdena mellan de olika fastigheterna och med olika fördelningsmått:

	Värme+VV	El	Värme+VV	El	Värme+VV	El	
Mätvärden	kWh/BRA	kWh/BRA	kWh/BOA	kWh/BOA	MWh/lgh	MWh/lgh	m2BRA/lgh
Fågelsången	129	48	168	62	15	5,4	114
Kv Svavlet	119	36	127	38	12	3,5	98
Kv Nejonögat	116	32	137	37	9	2,5	78
Kv Tegelprämen	139	37	151	41	17	4,5	119
Kv Skärkarlen	104	35	145	49	12	4,1	119
Kv Råven	120	29	133	33	12	2,9	100
Medel	121	36	143	43	13	3,8	105

Tabell 2. Jämförande fördelningsmått

Av tabellen framgår att jämförelser mellan olika fastigheter påverkas av vilket fördelningsmått som används. Detta belyses med fetstilat värde för fastighet med lägst åtgångstal. Olika fördelningsmått ger då olika fastigheter som har lägst värde. Förklaringen ligger i att andelen biutrymme varierar liksom yta per lägenhet. Vilket fördelningsmått som är mest relevant kan alltid diskuteras. Svenska Bostäder har för sin egen uppföljning gått över till att redovisa energianvändningen per uthyrbar yta (BOA) som ju är den debiterbara ytan. Är målet att hålla denna energiåtgång låg, så är det intressant att minska andelen uppvärmd biutrymme, t.ex genom att ha kalla förråd. Vidare slipper man problemet med att ”normalisera” biutrymmen med olika temperaturer, t.ex garage.

För den boende är det kanske energiåtgång per lägenhet som känns mest relevant.

Mängdningen av biutrymmen har haft varierande kvalitet i de studerade fastigheterna, vilket kan bero på att man i tidigt skede inte är klar över vilka av dessa utrymmen som ska bli uppvärmda och vilka som ska vara kalla. Givna ytuppgifter för biutrymmen i underlaget har använts och antagits vara riktiga, men förefaller vara ganska osäkra i vissa fall (kv Svavlet, Kv Tegelprämen). Energivärden fördelade på BRA är därför något osäkra i tabellen, medan uppgifterna på antalet lägenheter och BOA uppgifterna får anses mer säkra. Syftet med tabellen är att redovisa de principiella skillnaderna med olika fördelningsmått.

De fastigheter som speciellt avviker är Kv Fågelsången, med en mycket hög hushållselanvändning pga elvärmda badrumsgolv, vilket dock inte har minskar energianvändningen för uppvärmning, som även den ligger mycket högt. Intressant att notera är att i denna fastighet finns system för fördelningsmätning av värme installerat och 60% av lägenheterna hade nattsänkning av temperaturen. Något som troligen förklarade varför hela 80% av de boende klagade på att det var för kallt i något rum vintertid, se vidare bilaga 2.

Kv Tegelprämen har ett garageplan i källaren, som ökar energiåtgången för fastigheten, men troligen är det främst höga luftflöden (se nästa avsnitt) och ytterväggarnas höga U-värden som är den dominerande förklaringen, se bilaga 5.

Kv Nejonögat som har värmeåtervinningssystem, har bara lägsta värdet vid fördelning på lägenhet, men inte på yta.

4. Parameteranalys

Förutom att fungera som underlag för modelltest av hela beräkningsprogramvaran avsåg fältstudierna att ge underlag för delparameteranalyser. I följande avsnitt kommenteras fältstudiernas värde för denna uppgift för de parametrar där detta är relevant. I flera fall finns redan en detaljerad sådan redovisning i delrapport 5, som kommenterar samtliga krav i kravspecifikationen.

4.1 Innetemperaturer.

Innetemperaturen är en central beräkningsparameter och hur denna bäst ska mätas en viktig fråga.

Enklast vore om en temperaturmätning i byggnadens trapphus skulle ge tillräcklig representativitet. Mätningar i genomfördes i flera trapphus och i vissa fall bedöms dessa som väl så tillförlitliga, förutsatt att de är trapphus utan fönster och yttervägg och att tillräckligt många våningsplan finns, då såväl översta som de under våningsplanen påverkades för mycket av vindsplanet, respektive av luftläckage via entrédörrar. Därmed är detta ingen generellt användbar mätmetod och mer detaljerad dokumentation har därför inte sammanställts.

Mätning av temperaturen vid frånluftsfläkt tillämpades i ett av objekten (bilaga 5) som en del av övervakningssystemet. En detaljerad mätuppföljning i detta objekt liksom i Familjebostädens fastighet visade att ventilationskanalerna förlagda på ouppvärmade vindar ger allt för stor kylning för att kunna användas som en generell metod. I ett av objekten där fläkten ligger i ett uppvärmt utrymme och med korta kanaler, bedömdes frånluften vara okyld.

Enkätmetoden kompletterad med utdelade termometrar redovisas i delrapport 3 och är den generellt mest tillämpbara metoden.

I delrapport 6, test av verifikationsmodell ges ytterligare kommentarer och rekommendationer.

4.2 Klimatskärm

Fältstudierna visade påtagliga svårigheter med att i efterhand få fram tillförlitliga uppgifter för golvytor, väggytor och från konstruktörens bedömning/beräkning av klimatskalets täthet och U-värden. Speciellt stor betydelse har U-värdena för de slutgiltigt valda fönstren, vilket i upphandlingssituationen kan skilja sig från de som föreslagits i projekteringsskedet.

Detta styrker MEBY-projektets mål och syfte, att utarbeta en beräkningsmetod där byggnaden beskrivs i tidigt skede och sedan justeras i senare skeden, liksom att klimatskalets verkliga prestanda följs upp i kontrollskedet med en verifikationsmätning första vintersäsongen.

Solavskärningsförhållandena har studerats och redovisats närmre i avsnitt 2.3 i delrapport 5.

4.3 Ventilationsflöden

För system utan fasta och kalibrerade mätuttag uppmättes verkliga luftflöden med spårgas. En av fastigheterna hade kontinuerlig mätning till övervakningscentral.

l/s,m2	Programskede	Modellvärde	Uppmätt
Fågelsången	0,35	0,40	0,54
Kv Svavlet	0,35	0,38	0,46
Kv Nejonöгат			0,43
Kv Tegelprämen	0,46		0,53
Kv Skärkarlen	0,37		0,30
Medel	0,38	0,39	0,45

Med programskede menas i detta fall uppgifter lämnade i tidigare energikalkyler (ENORM som underlag för ESH-programmet) för kv Fågelsången och Svavlet, men avser projekterade data för kv Tegelprämen och Skärkarlen.

För två fastigheter har MEBY-modellens värden för projekteringskede enligt följande tablå tillämpats:

Rumstyp	Antal	l/s	Summa enhet
Kök	0	10	0
Kokvrå	0	15	0
bad	0	15	0
wc	0	10	0
klk	0	5	0
Summa bostadsdel			0
Serviceutr.	Antal	l/s	Summa
Städtrum	0	15	0
sopnedkast	0	50	
	Yta (m2)	l/s,m2	Summa
Avfallsrum 1)		5	
Hisschakt	0	8	0
Garage		0,9	
Lgh-frd, teknikrum		0,35	
Övriga ytor	0	0,35	0
Summa servicedel			0

I genomsnitt erhöles 0,39 l/s,m2, dvs nära de 0,4 l/s, m2 som utgör föreslaget schablonvärde i programskedet för klass A och C, där klass A svarar för FTX-system och C för projekt med hög kvalitetskontroll vid genomförandet med uppmätta och avstämda luftflöden. Klass D svarade mot övriga, dvs typiska luftflöden som uppmätts i efterhand.

De något högre luftflödena för kv Tegelprämen kan delvis förklaras av högre luftomsättningar i garage och vissa lokalutrymmen.

4.4 Kall- och varmvatten

Uppmätta kall- och varmvattenflöden för de undersökta fastigheterna har redovisats i avsnitt 5.1 i delrapport 5. Samtliga fastigheter har motsvarande armaturstandard. Den personrelaterade vattenanvändningen hämtades från HUGE-bostäder och utgör nu modell. Dessa modellvärden har testats på fyra fastigheter med separata mätningar per lägenhet och stämts av med verkliga mätdata, vilket också redovisats i delrapport 5.

Mätning av verkliga värmeförluster för varmvattencirkulationen har inte varit praktiskt genomförbart.

4.5 VVC-anlutna handdukstorkar.

Samtliga fastigheter hade handdukstorkar installerade, men i något fall som elvärm. Besiktningarna har legat till grund för föreslagna effekter och drifttider.

4.6 Fastighetsel och hushållsel

Föreslagna modellvärden för pumpdrift för klass B (0,04 W/m²) har verifierats i kv Skärholmen (uppmätt 0,037 W/m²).

Såväl fastighetsel som hushållsel har ingående analyserats och föreslagna modellvärden testats på de undersökta fastigheterna, vilket redovisats i delrapport 5. Att dessa modellvärden är användbara kunde också testas i verifikationsprojektet, delrapport 6.

4.7 Fördelningsmätning värme

Urvalet av objekt syftade även till att få in kunskaper om vilken betydelse fördelningsmätning av värme har. Jämförande studier av sådana effekter kan bara uppmätas om vi har en före/efter jämförelse som grund, kan mäta energirelaterade parametrar som innetemperaturen eller kan jämföra utfallet mellan två identiska fastigheter. Det senare skulle vara fallet för Familjebostädernas byggnader. Nu visade det sig att vid enkätutfrågningen att de boende inte var medvetna om att de betalade efter verklig värmeförbrukning. Några slutsatser kan därför inte dras från detta objekt. I Kv Råven där man var väl medvetna om fördelningsmätningen, var medeltemperaturen 21,9 grader, något högre än genomsnittet på 21,7 grader. Tänkbara förklaringar är att man önskar denna något högre temperatur, eller att man inte lyckats påverka temperaturen bättre. Däremot vädrade man mindre i Kv Råven, men skillnaden i vädringsindex (0,36) jämfört med medelvärdet, motsvarar enbart ett lägre vädringsluftflöde på 1,5 l/s per lägenhet enligt nuvarande modell, vilket påverkar energianvändningen för värme med högst 3% eller i nivå med ytterväggarnas luftläckage.

En sammanställning av de olika lägenheternas fördelning på värmeanvändning hos HUGE-bostäder, ger en kraftig spridning inom intervallet faktor 1 – 10 se figur 2, avsnitt 13 i Delrapport 5. Dessa värden baseras på uppmätt tillförd värme till respektive lägenhet. Motsvarande mätsystem finns installerat i Kv Fågelsången (Bilaga 2, i denna delrapport). I figur 7, bilaga 2, ser vi en spridning på en faktor 1 till 4 för uppmätt värmertilförsel under ett dygn. Samtidiga temperaturmätningar visade att två lägenheter kan ha samma innetemperatur men en faktor 4 i värmeåtgång, eller samma värmeåtgång men 2 graders skillnad i innetemperatur. En möjlig delförklaring till resultaten i bägge dessa två studier kan vara att de boende i olika utsträckning stängt sina tilluftsventiler. Många har klagat på drag från dessa. Det betyder att tilluften i stället kommer in från trapphallar och otätheter även mellan lägenheterna. Resultaten från dessa två objekt pekar på behovet av en fördjupad utredning kring metodiken att mäta lägenhetens värmeförbrukning på grundval av tillförd energi genom radiatorsystemet istället för mätning av förlusterna (mätning av innetemperaturer och ventilationsförluster).

Bilaga 1. Uppföljningsprogram 10 fastigheter

2001-01-22

Övergripande syfte

- Att inhämta typ-värden för indata och beräkningskonstanter såväl för tekniska som beteendemässiga frågeställningar.
- Att inhämta underlag för att senare kunna genomföra testberäkningar enligt beräkningsmetodik och stämma av mot verkliga förbrukningar.
- Att testa eller ge underlag för metodikens användbarhet vad avser inhämtning av dataunderlag.
- Antalet objekt motiveras av att utformningen för olika systemdelar varierar mellan de olika fastigheterna beroende på byggnadsperiod, vem som var byggherren, upplåtelseform mm. Exakt om 10 objekt utgör det optimala eller om det ska vara färre eller fler kan inte nu bedömas. Genomförandet bör ske något flexibelt. Om många fastigheter har likartade system för någon eller några delar kanske inte alla dessa behöver följas upp lika ingående.

Urval

Följande frågor används vid urvalet för att underlätta genomförandet

1. Är det en avgränsad byggnad med egen UC? Om inte utgå. (fastigheter med flera byggnader ger tillkommande osäkerheter som kulvertförluster mm och bör undvikas)
2. Antal lägenheter bör vara över 20 personer.
3. Finns kommersiella lokaler, daghem eller andra icke bostadsanknutna ytor >5 %? Om ja, utgå.
4. Finns ENORM-beräkningar sen tidigare? Om inte krävs upp till 2 extra arbetsdagar för inhämtning av kompletterande data.
5. Finns VVS-ritningar tillgängliga? Om inte utgå.
6. Finns värmepanna eller VP installerade? Om ja, utgå (eller säkra att mätdata/driftdata för dessa finns för beräkning av tillförd energi).
7. Undvik fastigheter med VVC-kopplade värmare. Det kan vara svårt att i nyproduktion undgå dessa. Kan i så fall avgiven värmeeffekt från dessa beräknas någorlunda säkert?
8. Finns tvättstuga i byggnaden som endast är till för dessa lägenheter? Om inte undvik denna byggnad (problemet kan hanteras om enkäter genomföres för denna byggnad så vi kan normalisera tvättstugans användning).
9. Finns lista på samtliga elmätare och mätarnummer (inkl hushållsel (HEL)) så statistik kan hämtas från elleverantören?

Förvaltaren/byggherrens uppgifter

10. Framtagning av ritningskopior A, VVS och el som underlag för olika indatakontroller.
11. Tillstånd från fastighetsägaren/förvaltare att hämta energidata från leverantören, eller kontakta energileverantören, kan även HEL redovisas, vilka avläsningstidpunkter har gällt för värme, fastighetsel (FEL), HEL? Hämta hem data som månadsavläsningar för värme och FEL redovisa HEL per lgh med lghnr i Excelark (så spridning kan avläsas).
12. Driftstatistik för inköpt kallvatten, m³/år eller kontakta vattenleverantören
13. Korrigering av data med hänsyn till helår och normalår för värmedelen (om varmvattenmätare saknas: uppskatta varmvattendelen utifrån antagandet om att 40 % av

- köpt kallvatten blir varmvatten. 30% för beståndet byggt för 75 och som inte rustats upp med nya toalettstolar).
14. Finns handukstorkar installerade i badrum? Effekt, energislag, avstängning/styrning (driftpärmen)?
 15. Vattenspolningsvolym för toaletter i lägenheten: 2/4 liter, 4, 6, 8 eller 12 l/spolning eller installationsår om ingen uppgift.
 16. Vattenarmaturtyp i kök, tvättställ och bad/dusch enligt beskrivningsmall (hämtas från parameterbeskrivning 4.4)
 17. Finns motorvärmarruttag? Antal och reglertyp.
 18. Finns injusteringsprotokoll ventilation, samt OVK-protokoll? Redovisa summa lägenheternas luftflöde, respektive övriga ytors luftflöde, samt datum.
 19. Finns injusteringsprotokoll värme avseende rums/lgh temperaturen, redovisa i Excelark.
 20. Finns mätdata i form av timvärden för individuell mätning av el, värme respektive varmvatten? Mätperiod och gränssnitt (redovisa i Excel)

Gemensamma uppgifter

21. Om flera fastigheter i samma stad: temperaturuppgifter för vattennätet, helst per månad.

Besiktningssplan

22. Uppskattning av skuggning/solavskärmning enligt modellbeskrivning, respektive väderstreck .
Motivering: Vi antar att solskuggning är vanligt förekommande, men att man i tidigare beräkningar inte tagit hänsyn till detta. Besiktningen ger underlag för kommande modelltester.
Denna besiktningssdel kan vi avvakta med och med fördel genomföra senare: mars –april och möjligen begränsas till de fastigheter vi vill ha som testobjekt.
23. Genomgång med driftansvarig angående drifttider och styrning ventilation, styrning belysning, styrning värme, styrning elvärmeslingor i mark, stuprör, mm som inte direkt framgår av VVS-handlingar. Installerade eleffekter via dokumentation eller besiktning.
Motivering: Uppgifter till indata mall.
24. Besiktning av tvättstugans tillgänglighet, apparatbestånd och torksystemens utformningar.
Motiv: Underlag för att testa beskrivningsmodellen enligt parameter 5.2. Fungerar modellen eller behöver den kompletteras.
25. Mätning (besiktning av installerade armatureffekter) av eleffekt till belysning i trapphallar etc enligt metod (parameterbeskrivning 5.1), samt belysningsstyrka horisontellt och vertikalt
Motivering: Test av att verkligheten kan beskrivas på det sätt som modellen utformats. Uppgifter på eleffekter till indata mall för test av föreslagna schablonvärden. Delunderlag för modelltest av energibalansen, hela byggnader.
Mätning av belysningsstyrka för att säkra att belysningskvaliteten i byggnaden är tillräckligt god. Den föreslagna modellen med schablonvärden för de olika klassningsförslagen bygger på förutsättningen att belysningen ger en bra belysningsmiljö, vilket är en rimlig förutsättning för nyproduktion och ombyggnation, men inte för beskrivning av ”föreläget” före ombyggnation.

Bör senare kompletteras med drifttidmätning för belysning (ljusloggers ett 50-tal har vi tillgång till) av de 3 – 4 objekt som ska bli testobjekt.

26. Mätning av temperatur i trapphall, entréer, uppvärmda lägenhetsförråd mm.
Motivering: Indata för verifieringssteget i värmemodellen för övriga ytor (parameterbeskrivning 3).
Modelltest. Kan denna temperatur anges i modellen någorlunda väldefinierat, eller krävs flera mätpunkter och detaljerade mätförutsättningar, typ tidpunkt på dygnet, årstid, etc. Hur mycket lägre är temperaturen i dessa ytor jämfört med lägenhetstemperaturen? Hur mycket lägre kan den tänkas vara med tanke på värmeflöde mellan väggarna?
Bör senare kompletteras med temperaturloggning i några punkter för de 3 – 4 objekt som ska bli testobjekt.
27. Systemtryckfall värme via injusteringsprotokoll (eller mätning om uttag) och eleffekt till pump vid aktuell driftpunkt. För cirkulationspump med variabelt differstryck, liksom ren tryckstyrning av pump uppskattas genomsnittlig eleffekt för pumpen under uppvärmningsperioden. (Kanske min, max och årsmedelvärde)
Motivering: Test av modellbeskrivning med tre Klassnivåer för värmecirkulationspump (parameterbeskrivning 5.3).
Underlag för bestämning av schablonvärde för respektive klass.
Delunderlag för modelltest av energibalansen, hela byggnader.
Denna uppföljning kanske kan begränsas till 1-2 objekt per systemtyp och risken finns att vi bara hittar en eller två varianter.
28. Mätning av framledningstemperatur vid anslutning till klimatskalet + uppskattning av värmevattenflöde (via pumpdata). Detta gäller om UC finns i annan byggnad, eller ledningsdragning sker i uppvärmda ytor som kryppgrund, garageplan etc.
Motiv: beräkning av förluster mellan UC och bostadsdelen.
29. Mätning VVC-flöde och temperatur fram och retur (VVC-förluster parameterbeskrivning 4.2), motoreffekt, samt tidpunkt mätning. Besiktning av förekomst av samisolerade ledningar. Isolertjocklek.
Motivering: Test av modellbeskrivning för VVC-förluster .
Test av modellbeskrivning för el till VVC-pump (parameterbeskrivning 5.3).
Underlag för bestämning av schablonvärde.
Delunderlag för modelltest av energibalansen, hela byggnader.
30. Avläsning av fastighetens energimätare och vattenmätare. Avläsning värme- och varmvattentemperaturer i UC, samt temperatur på ingående kallvatten. Kontroll av eventuell separat ventilation av överskottsvärme från UC. I så fall uppskattas värmeflödet ut från UC under uppvärmningssäsong (frånluftstemperatur och luftflöde)
Motivering: Kompletterande indata. Möjliggör korttidsavläsning (om vi vill testa avläsningsvärde från kortare mätperiod).
Bör senare kompletteras med loggning av energi och framledningstemperatur, mm för de 3 – 4 objekt som ska bli testobjekt, men några av dessa kanske redan har mätvärdessystem
31. Mätning *systemtryckfall* för ventilation (*varför tryckfallet, använder vi ju oss inte av i modellen, vi ser ju enbart till energibalansen*) fläktsystem, luftflöde, frånluftstemperatur (summaflöde, respektive bostadsgren) och eleffekt ventilation, samt kontroll av inställningsläge om varierande luftflöde/utetemperaturstyrt. Antag 3 fläktar per fastighet.

Kontroll av att övriga luftflöden från uppvärmda ytor, som hisschakt, tvättstuga etc finns med i tidigare ENORM-kalkyl och ligger på rätt nivå.

Motivering: Test av modellbeskrivning för el till motordrift (parameterbeskrivning 5.3).

Underlag till modellbeskrivning för ventilation (parameterbeskrivning 2.2 – 2.4)

Underlag för bestämning av schablonvärde (parameter 5.3)

Delunderlag (ventilationsluftens värmeenergi, parameter 2.2 – 2.4) för modelltest av energibalansen för hela byggnaden.

Mätning av frånluftstemperaturer, som test på verifieringsmodell av energibalans. Kan representativa temperaturer för fastigheten mätas upp i frånluften?

Bör senare kompletteras med loggning av luftflöde och fläktel för några delsystem i fläktsystem med varierande driftförhållanden (utertemperaturstyrning).

32. Besiktning minst 5 lgh/fastighet.

Besiktning av vitvarubestyckning (ev. boendepärmen, parameter 6.1), tvättutrustning (apparatbeteckning, typ och varvtal) eleffekt fasta belysningsarmaturer, handukstorkar (effekt, driftläge)

Motiv: dataunderlag för test av modell för energibalansberäkning.

Egen tvättutrustning möjliggör gruppering av alla lägenheter i grupp med respektive utan egen tvättutrustning. Underlättar beskrivningen av parameter 6.3 övrig el och dess påverkan från andel tvätt i egen lägenhet.

Besiktning av persiennläge och anteckning om solinstrålning och insynsskydd och fråga om motiv. Motiv: ger kunskap om varför persiennerna används. (möjligen är denna kunskap tveksam eftersom den påverkas av årstid/väderlek för studien)

Anteckning typ av tilluftsintag och huruvida dessa kan påverka dragupplevelse och temperaturönskemål. Motiv: Kan vi bortse från dragproblematiken i metoden?

Mätning undertryck respektive fasad och risk för utströmning via tilluftsintag.

Uppskattning av vindhastighet och vindriktning. Motiv: identifiera eventuella större förluskällor som inte normalt ingår i energiberäkning. (Om utströmning är fallet bör denna kvantifieras på något sätt i någon av lägenheterna.)

Mätning av luftflöde. Motiv: kontroll av eventuella avvikelser, har stor påverkan på energibalansen.

Antal personer vid tillfället. Motiv: kan förklara temperatur och vädring om många i lägenheten.

Vädring vid tillfället. Motiv: uppskattning av aktuella vädringsflöden jämfört med innetemperatur och radiatorns värmeläge.

Mätning av utetemperatur, temperaturer i varje rum, temperatur i frånluftsdonet, framlednings- och returtemperatur till lägenheten vid inmatningspunkt, eller vid radiator om vertikala matningar. Temperaturgradient ngn radiator (hög- eller lågflödessystem). Motiv: ger underlag för att bedöma temperaturmätningens representativitet (viktat medelvärde för rum med yttervägg, samt frånluftens temperatur i lägenheten jfr med uppmätt temperatur i frånluftskanal och avläst temperatur om egen termometer finns uppsatt.

Mätning av framledningstemperaturen ger kunskap om förluster i byggnaden före radiatorn. Returtemperatur ger kunskap om injustering och systemtyp.

Kompletterande mätningar 3-4 objekt

Målsättningen är att hitta 3 – 4 objekt bland de 10 objekten som är lämpliga att använda som testobjekt för att verifiera framtida beräkningsmodell. Då kan ytterligare mätdata behövas för att säkra dataunderlaget. Det gäller dels de beteendepåverkade delarna som drifttider belysning, skuggning, vädring och i viss mån ventilation. Men det gäller också mätdata för värme där korttidsmätningar av typ energisignatur, som underlag för en verifieringsmodell är ett önskemål. Flera av då aktuella mätinsatser är enklare att detaljplanera efter det erfarenheter kunskap erhålles om och från de 10 objekten. Följande mätinsatser kan bli aktuella, och kommer att genomföras så snart som möjligt.

1. Solskuggning enligt beräkningsmodell (pkt 22 ovan, ännu ingen modell framtagen, genomföres under perioden mars – april)
Motiv: kompletterande underlag till energiberäkningsmodell.
2. Loggning frånluftstemperatur och gemensamma luftflöden några mätperioder under uppvärmningssäsong.
Motiv: kompletterande underlag till energiberäkningsmodell. Stor påverkan på resultatet.
3. Loggning av el till tvättstuga, alternativt avläsning under veckoperiod.
Motiv: verifiera tvättstugedelen i energiberäkningsmodellen.
4. Inhämtning av data på åtgångstal från leverantörer av tvättstugeapparater, avläsning antal tvättar (drifttidsmätare på maskiner med elektronisk styrning) + tvättprotokoll 1 vecka.
Motiv: kompletterande underlag till pkt 3.
5. Drifttidsmätning fastighetsbelysning (för beteende styrd sådan och där inte entydiga uppgifter finns)
Motiv: underlag till schablonvärden för belysningsdelen.
6. Installation och loggning av varmvattenmätare (om inte tillräckligt med HUGE och Nybodahöjden)
Motiv: kompletterande underlag till energiberäkningsmodell. Varmvattenanvändningen har stor påverkan.
7. Timvärdesloggning av ingående fjärrvärme, under en mätperiod.
Motiv: i kombination med varmvattenmätning används som underlag till verifieringsmodell för värme.
8. Värmekamerafotografering, dokumentering av fönsteröppningar och väderförhållande, utetemperatur, solförhållande. Komplettera med några uppföljande lägenhetsbesök om andra förluster än köldbryggor och vädring.
Motiv: verifiering av fasaddata om U-värden. Kompletterande underlag om vädringens förluster och eventuella andra förluskällor (som läckageflöde från tilluftsintag vid felaktiga tryckförhållanden).
9. Enkätfrågor + temperaturavläsning
Motiv: kompletterande underlag till beteenderelaterade uppgifter. Test av egen temperaturavläsning som modell för temperaturkorrigering av energiberäkningen.
10. Välj ut 10 st vädrande familjer. Besiktning av vädringsbeteende, (ev. täthetsprovning), avklingningsmätning (4 h/lgh), fasadtryckfall, temperaturer i rum och radiatortemperatur, frånluftsflyde.
Motiv beräkna vädringsförlusterna som funktion av vädringsbeteende.

Bilaga 2. Kv Fågelsången, Nybodahöjden



Byggherre: NCC

Upplåtelseform: Brf

Beskrivning

Fastigheten består av tre byggnader, punkthus, med 8 – 10 lägenheter per byggnad. Två av byggnaderna har teknikrum och förråd i källarplan och det tredjehuset utan källare har en lägenhet utbytt mot tvättstuga på bottenplan.

Klimatskärmen är välisolerad och har fönster med låga U-värden. Genomförd värmekameramätning (KTH) visade dock på brister i genomförandet. Ventilationssystemet är konventionell frånluft. Tilluft bakom radiator och en tryckstyrd frekvensreglerad och eleffektiv fläkt.

Individuell mätning sker av kalvvatten, varmvatten (VV), värme och hushållsel via ett automatiserat mätsystem. Systemet (Siemens) omfattar även värmereglering i lägenheten som regleras med en ventil som har stängt eller öppet och som mäter flöde och temperaturfall i öppet läge. En borta-, respektive nattsänkingsfunktion finns installerad.

Besiktningresultat

Skuggningseffekter från exteriör och omgivning är relativt begränsad. Något enstaka fönster ligger i ett innerhorn och utskjutande balkonger ger skuggning främst i sommarperioden, medan ett tallbestånd kan ge viss skuggningseffekt (ca 10%) även under vinterperioden.

En andel av lägenheterna har tillgång till motorvärmearuttag, men oklart till vilken byggnad dessa är anslutna och i vilken utsträckning dessa använts. Uttagen är timerstyrda.

Den gemensamma tvättstugan har låg beläggning, ca 1 tvättomgång per dygn på 25 lgh. Sannolikt tvättar och torkar många i lägenheten.

På VVC-systemet finns i genomsnitt 1,7 handdukstorkar per lägenhet installerad (a´105 Watt), som normalt är på och som utgör en påtaglig del i energibalansen. Dessa är placerade så att värmen sprids inom badrummet innan luften går ut via frånluftsdonet.

Samtliga lägenheter har elvärmda badrumsgolv, vilket drivs med hushållsel och förklarar den mycket höga elanvändningsnivån. De boende var inte alltid medvetna om att de elvärmda badrumsgolven betalades av de boende själva direkt via hushållselavläsningen.

Så gott som alla har diskmaskiner och dessa är varmvattenanslutna. Snålspolande toaletter.

Spontanta boendekommentarer: Klagomål på för låga innetemperaturer, drag från tilluftsdonen bakom radiatorn, svårt att ändra inställningarna för den tidsstyrda nattsänkningen.

Boendekäten (USK)

De flesta (81%) av dem som svarar anser det är för kallt i något rum vintertid. Man anser också att golven är kalla och besväras av drag. De egna temperaturmätningarna (flertalet i vardagsrummet och några i köket) genomförda under en period med temperaturer runt noll grader, visade på en genomsnittlig temperatur på 21 grader.

Boendetäthet: 2,1 personer/lgh

Vädringsindex: 0,3

Energibalans - ENORM

Energibalansberäkning har genomförts för Hus 105 (10 lgh, 21 personer, 1139 m² BRA) och ger med normala referensvärden för ENORM följande resultat.

	ENORM-ref	Verklig
Hushållsel	---	39
Fastighetsel	46	8,8
Varmvatten	30	26 (exkl vvc)
Värme	38	103 (147.000)
<u>Summa energi:</u>	<u>114</u>	<u>215</u>

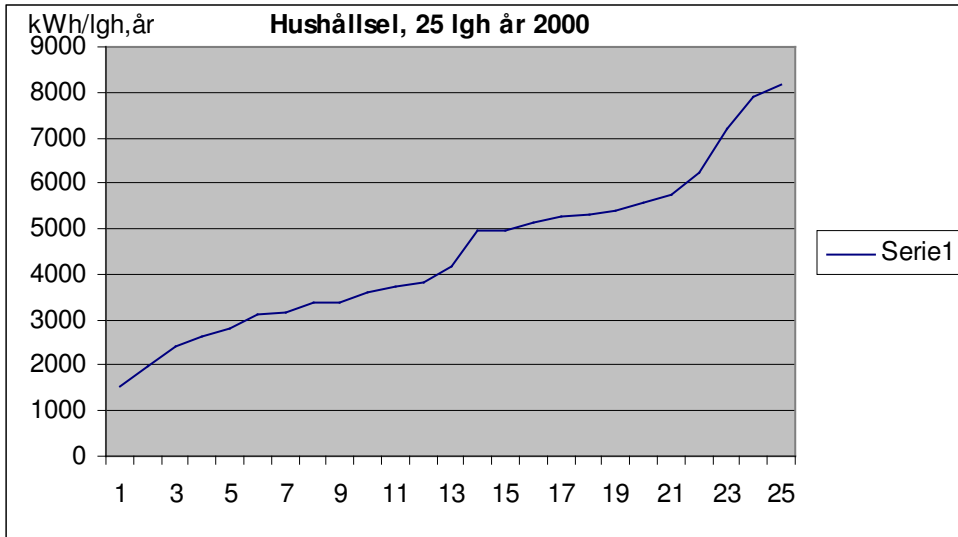
Kommentarer: ENORM redovisar enbart summa el för hushåll och fastighetsdrift. Verklig värme ligger på mer än dubbla energianvändningsnivån jfr ursprunglig ENORM.

I posten värme ligger ca 16 kWh/m² för handdukstorkar. Hur stor del av hushållsel som egentligen är badrumsvärme är obekant men kan uppskattas utgöra samma nivå. I fastighetsel ligger en obekant post för motorvärmare. Enligt kalkylen baserad på tidsstyrning av uttagen skulle el till motorvärmare kunna uppskattas till ca 5 kWh/m². Att använda Kv Fågelsången som modellhus är tveksamt, eftersom såväl handdukstorkar som badrumsgolvvärme utgör så stora delar av energibalansen och som vi inte har specifika mätningar på (vare sig tillförd värme till badrummet som dess temperatur och därmed förlustsida).

Mätanalys

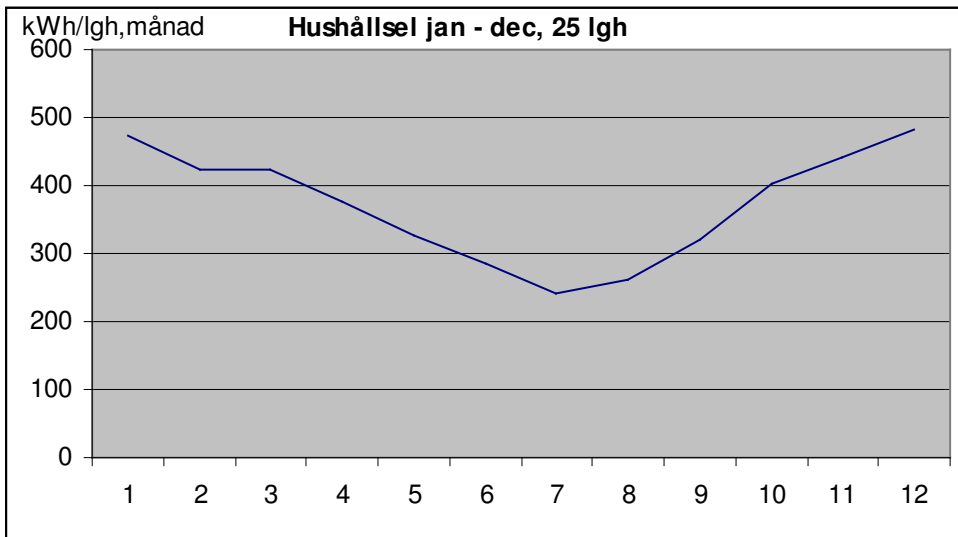
Hushållsel

Hushållsel finns registrerat månadsvis för de tre byggnaderna och visar på en onormalt hög elanvändning: 4460 kWh/lgh, se figur 1.



Figur 1. Hushållsel i Kv Fågelsången

Dessa värden varierar dock kraftigt i beståndet och den höga nivån kan förklaras med att golvvärmen i badrummet går på hushållseln. Variationerna under året, figur 2 beror till del på golvvärmen och till del på belysningens årsberoende.

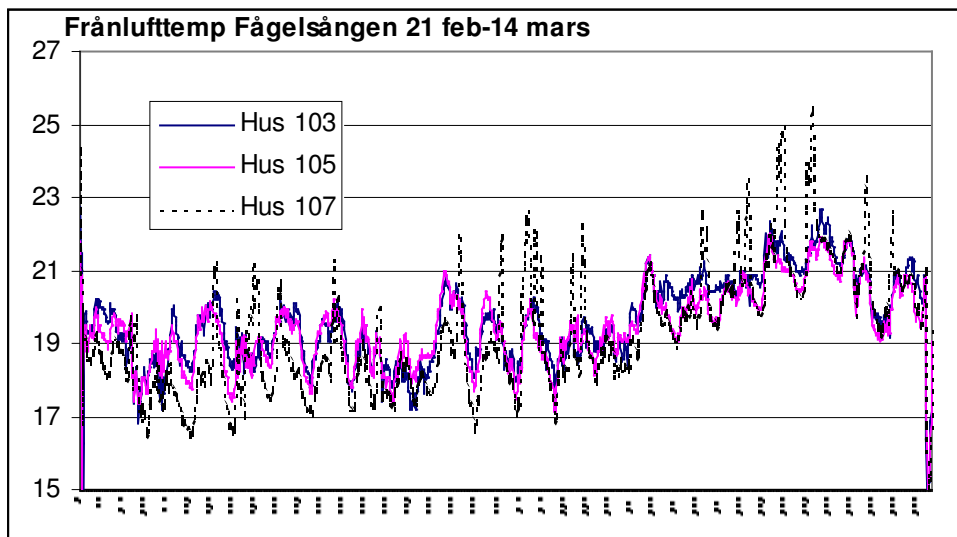


Figur 2. Årsvariation, hushållsel.

Värme.

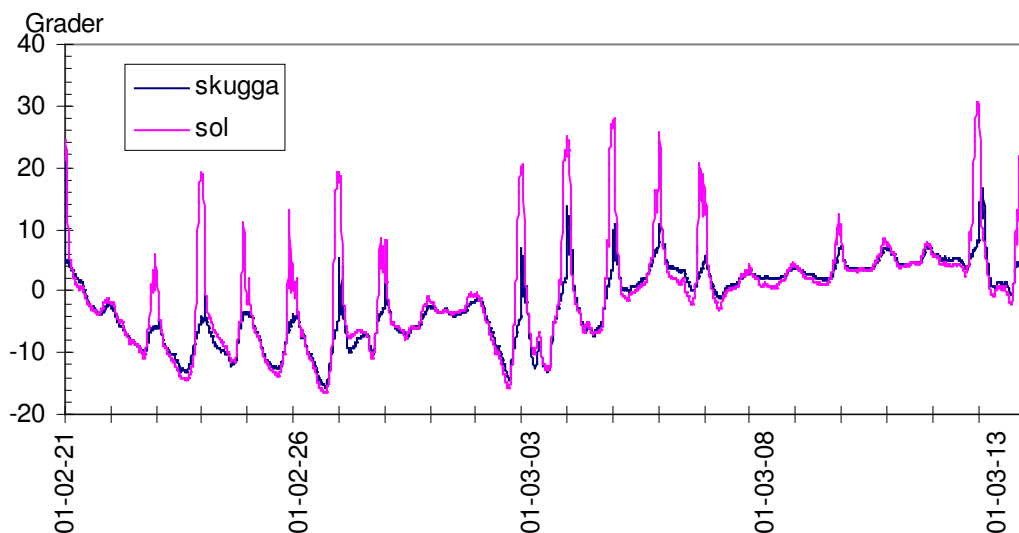
Frånluftstemperaturen mättes efter fläkt för samtliga tre byggnader under perioden 21 feb – 14 mars. Av resultatet., fig 1, kan vi se att byggnaden med tvättstuga har ett antal temperaturtoppar, som skulle kunna förklaras av att torkskåp/tumlare är i drift. Dessa är dock inte fler än att vi kan uppskatta antalet tvättpass till ca 1 per dag. Amplituden dag natt ligger

under dygn med soliga dagar och kalla nätter (3 – 5 mars) på 2- 2,5 grader och drygt en grad molniga dagar. Anmärkningsvärt är att natt-temperaturen sjunker med hela två grader på två dygn 11-12 mars, trots att utetemperaturen är stigande, se figur 3.



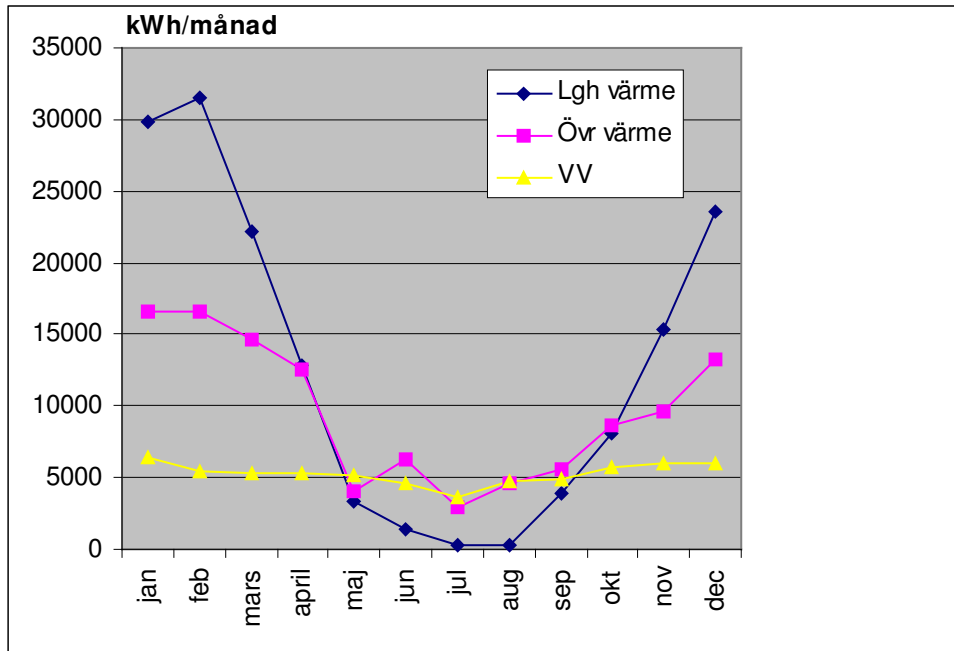
Figur 3. Frånluftstemperatur uppmätt före fläkt.

Genomsnittstemperaturen i frånluften är 19,3 (Hus 107), 19,5 (Hus 105) och 19,7 (Hus 103) grader. Den lägsta uppmätta temperaturen är 17 grader vilket indikerar en kylning av frånluften före mätpunkten med 3 – 4 grader. Under den inledande perioden var också utetemperaturen relativt låg, ca 10 minusgrader och soligt på dagarna, medan den senare perioden hade några plusgrader som genomsnitt och molnigt. Utetemperatur och solförhållandena (uppmätt som temperatur i solen) framgår av figur 4.



Figur 4. Utetemperaturer och solförhållanden 21 februari till 14 mars 2001. Dagar med solstrålning indikeras med avvikande högre temperaturer för mätserien "sol".

Förbrukningsdata för el, värme, varmvatten (volymmätning) och kallvatten mäts på lägenhetsbasis för senare fördelning av kostnaderna och summa värmeenergi stäms av mot inkommande fjärrvärme. Resultatet för samtliga tre byggnader framgår av figur 5.

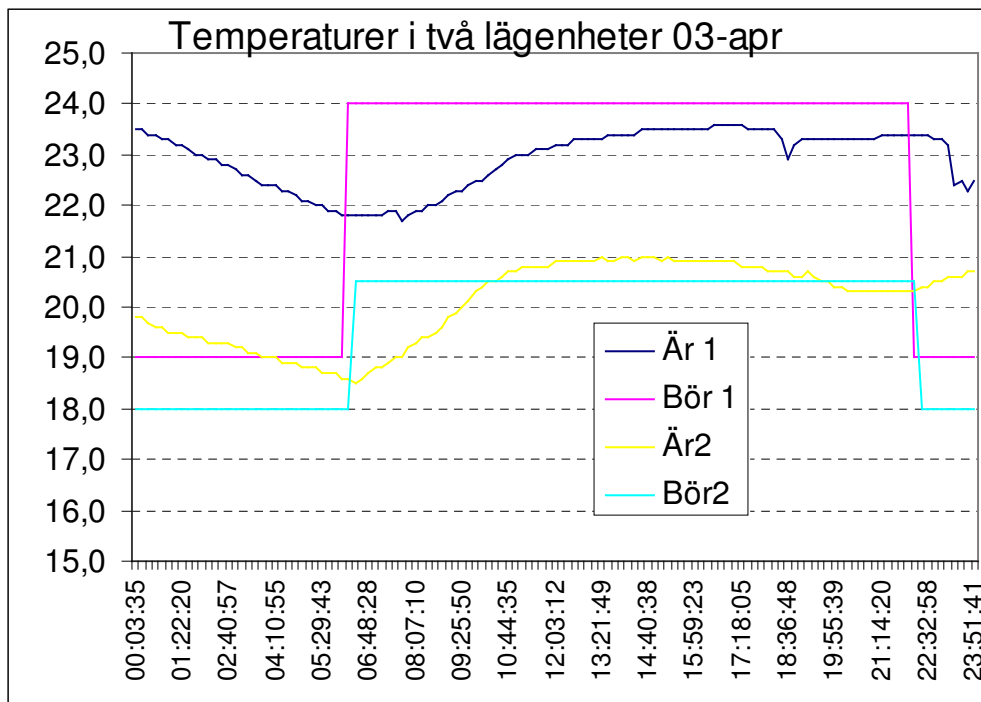


Figur 5. Månadsdata för värme i lägenhet, övrig värme och varmvatten

Lägenhetsförråden i ena huset har värme, men inte i det andra, vilket också kan förklara den skillnad i värmeanvändning som uppmätts, 1350 kWh/lgh mer i byggnaden med varma förråd. Hur det kalla förrådet påverkar värmeåtgången för lägenheten ovanför har inte studerats, men är möjligt att göra.

Posten varmvatten inkluderar inte VVC-förlusterna. Dessa förluster tillsammans med värmeåtgång för handdukstorkar ligger i posten ”övrig värme”. Tillsammans skulle dessa kunna förklara posten övrig värme under sommarmånaderna. Under vinterperioden avser denna post också uppvärmning av förråd och gemensamma ytor.

Mätinsamlingssystemet för fördelningsmätning gör det också möjligt att förutom mätning av energitillförsel för värmning även mäta värmevattenflöde, önskad temperatur (börvärde) och uppmätt temperatur. Loggning av dessa data genomfördes med ansluten dator under perioden 3 april till 20 april. I övrigt insamlas i det ordinarie systemet energidata som summeras månadsvis. Resultat från enstaka lägenhet visar hur snabbt systemet svarar på ändrade börvärden för temperaturer, se figur 6.

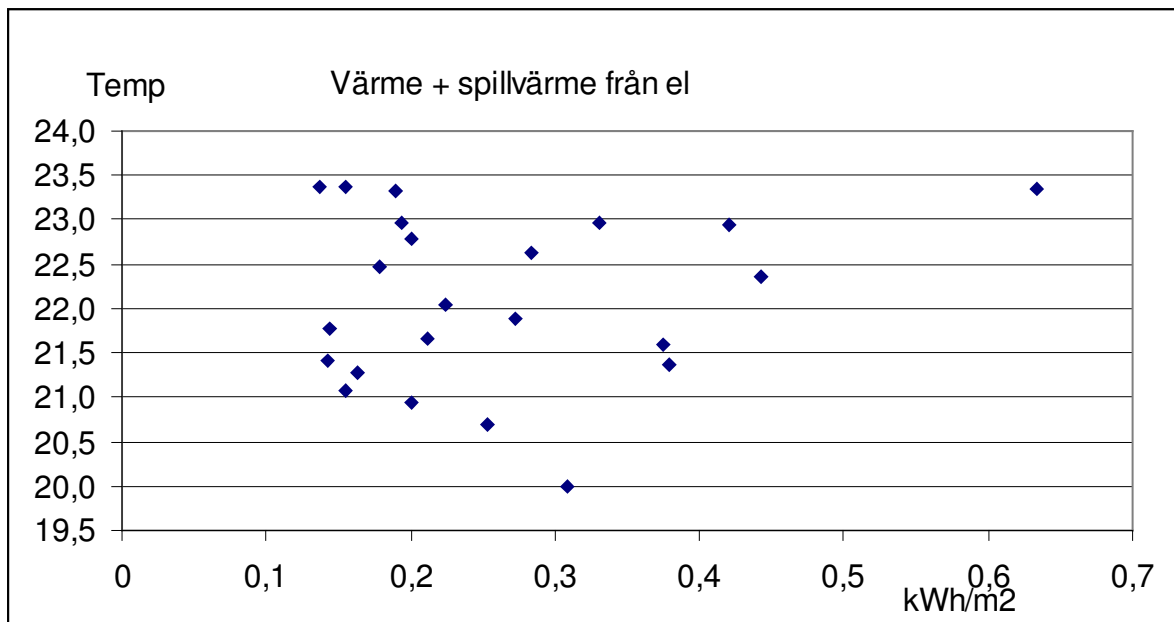


Figur 6. Innetemperaturen i två lägenheter under 24 timmar. Börvärde och uppmätt värde.

Av figuren framgår att innetemperaturen sänks med 1,5 grader inom loppet av 8 timmar när utetemperaturen är minus 10 – 12 grader. Återhämtningen sker på 4 – 6 timmar.

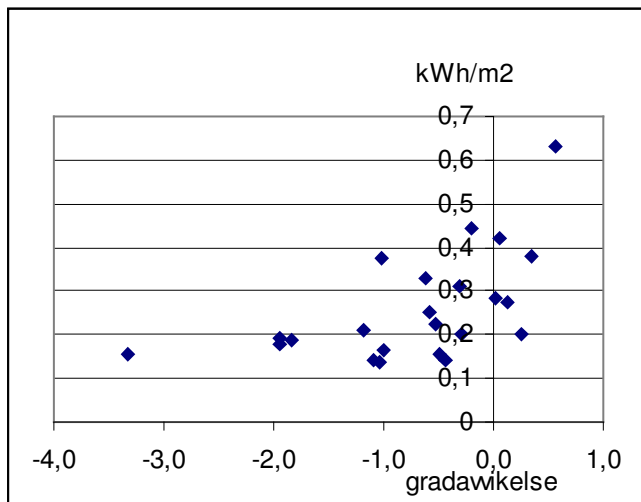
Möjligheten till nattsänkning användes av 60% av de boende, möjligen beroende på att denna funktion låg inlagd som default och ansågs som svårändrad (spontan kommentar från en boende). Detta antagande stärks också av att så många som 80% anser det är för kallt i sina lägenheter, men ändå haft kvar en funktion som stänger av värmen nattetid.

Genom att mäta innetemperatur och värme tillförd till lägenheten kan vi studera sambandet mellan värmeförbrukning och innetemperatur. Förväntat samband är högre förbrukning vid högre innetemperatur, inte bara för att man då orsakar högre förluster utanför att man då också värmer grannlägenheter. Men inte bara värme från radiator påverkar temperaturen, även värme tillförd från hushållselanvändningen (inkl. elvärmda badrumsgolv).



Figur 7. Värme tillförd via radiatorsystem och spillvärme från hushållsel, som funktion av innetemperatur, den 4 april 2001.

Av figuren kan utläsas att innetemperaturen kan skilja sig 2 grader utan att det märks i tillförd energi, men också att tillförd värme i en lägenhet kan vara drygt fyra gånger större trots samma innetemperatur. Förbrukningsdata har inte korrelerats mot läge i byggnaden i denna figur. Mätleverantörens schablonvärden för sådana korrigeringar ligger dock på nivån 10 – 30%. De korrigeringar som här har gjorts för variationer i hushållselanvändningen är större, upp till 50% (i genomsnitt 0,1 kWh/m² i tillägg).



Figur 8. Värme som funktion av temperaturskillnad mellan önskad och erhållen temperatur.

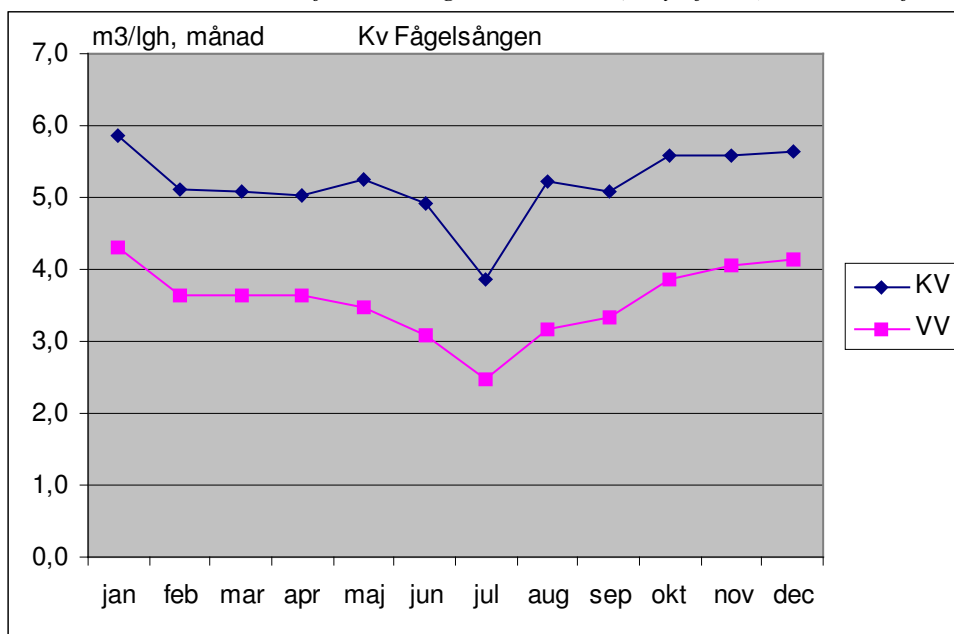
Det har också varit möjligt att läsa av önskad temperatur i lägenheten och jämföra med verklig temperatur. Ur figur 8 kan avläsas ett svagt samband att ju högre börvärde i förhållande till den temperatur man har ju högre energikostnad. Detta är högst förväntat samband eftersom det helt återspeglar inställningsvärdena av värmeregleringen i respektive lägenheterna. Är börvärdet högre än den temperatur man har så kallar ju systemet på värme.

En viss reservation för mätningarnas noggrannhet ska påpekas. Var tredje rumsgivare var olyckligt placerad (påverkades av värmerör i väggen) och omplacerades före mätperioden, men kan i oturliga fall (vissa eftersläpande byten) ha påverkat mätresultaten. Troligare är dock att de påverkat vissa av enkätsvaren som avsåg en något tidigare period.

En möjlig delförklaring till de stora skillnaderna i värmeåtgång för lägenheter med samma temperaturnivå, kan vara att de boende i olika utsträckning stängt till sina tilluftsventiler. Många har klagat på drag från dessa, eftersom tilluften kommer in helt utan förvärmning eller omblandning under stora delar av vintern (värmesystemet stängs helt av när innetemperaturen överstiger inställt börvärde). Det betyder att tilluften i stället kommer in från trapphallar och otätheter även mellan lägenheterna. Uppmätt energi kan alltså i varierande utsträckning lika gärna vara ett mått på hur mycket tilluft respektive lägenhet tar in, som de förluster man med sin innetemperatur och vädringsbeteende åsamkar.

Varmvatten, kallvatten

Varmvatten- och kallvattenförbrukningens variation (volymflöde) under året framgår av figur 9.



Figur 9. Kall- och varmvattenförbrukning

Av figuren framgår att vattenanvändningen varit något högre (drygt 10 %) under vinterperioden oktober till januari jämfört med resterande del av året. Energiåtgången för varmvatten kommer sedan påverkas av det ingående kallvattnets temperaturvariation under året. Av köpt kallvatten blir ca 40% varmvatten.

Årsförbrukning i lägenheten:

Kallvatten: 31 m³/år,pers (i köpt kallvatten ska även vatten som blir varmvatten läggas till)

Varmvatten: 21 m³/år,pers

Såväl kallvatten, som varmvattenanvändningen ligger lägre än normala i bostadsbeståndet.

Varmvattenanvändningen ca 15% lägre än förväntat värde.