

Förbättrade indata för energiberäkningar

- Energi och temperaturmätningar under ett år i 20 nyproducerade småhus

SBUF nr 12193

**Jan-Ulric Sjögren
Joel Kronheffer
Daniel Blomkvist**

**NCC Teknik
2010-06-30**

Innehåll

1.	Bakgrund	3
2.	Sammanfattning	3
3.	Målsättning med projektet.....	3
3.1	Byggnaderna.....	4
3.1.1	De boende.....	4
3.2	Mätningar	4
3.2.1	Total elanvändning.....	4
3.2.2	Total elanvändning - profiler	5
3.2.3	Användning av hushållsel	6
3.2.4	Temperaturmätningar	8
4.	Analys och diskussion.....	12
5.	Fortsatta studier	12
6.	Referenser	12

1. Bakgrund

Under perioden december 2008 till mitten av april 2009 pågick mätningar för SBUF projekt, nr 12106, i 20 nybyggda småhus, bilaga 1, där brukarbeteendets koppling till energianvändningen genom visualisering studerades och inflyttade under 2007. Även inomhustemperaturerna mättes. Projektet utfördes av NCC och Interactive Institute och påverkan från visualiseringsutrustning genom den så kallade energiklockan studerades i ett tvärvetenskapligt projekt. 10 byggnader hade en energiklocka och ytterligare 10 byggnader utgjorde referensbyggnader. Rapporten finns på SBUF: s hemsida [1] och slutsatsen var att energiklockans potential för besparing av hushållsel uppgår till max 10%.

Under projektets gång blev det alltmer tydligt att det vore värdefullt att låta dessa mätningar fortsätta under ett helt år för att få bättre kunskap om inomhustemperaturer, hushållsel samt total energianvändning för de 20 byggnaderna. Kunskap om dessa data medför större säkerhet för de energiberäkningar som alltid utförs för nya byggnader. I takt med att energikraven skärps behöver branschen ha större kunskap om såväl nivåer som variationer för indata baserat på verkliga data. I t.ex. energiberäkningsprogrammet Enorm2004 [2] som är vanligt förekommande i byggbranschen, räknar programmet med samma användning av hushållsel varje månad medan man i VIP+ har möjlighet att anpassa data månadsvis för såväl hushållsel som inomhustemperaturer. Medel för en fortsättning av projektet beviljades och mätningarna fortsatte.

2. Sammanfattning

Mätningarna visar att de genomsnittliga inomhustemperaturerna ligger på drygt +21° under uppvärmningssäsongen och att övervåningen är ca 1° kallare än undervåningen. Detta är i linje med Svebys [3] anvisningar. En viss korrelation mellan inom och utomhustemperatur kan vid större svängningar i utomhustemperaturen konstateras vilket indikerar att detta kan vara ett område att studera närmare. Användningen av hushållsel innanför klimatskalet är ca 30 kWh/ m²A_{Temp}, år vilket också stämmer väl överens med Svebys anvisningar och månadsprofilerna kan användas som förbättrade indata vid energibehovsberäkningar. Det graddagskorrigerade energibehovet uppgår till ca 74 kWh/m²A_{Temp}, år, exklusive golvvärme som bedöms uppgå till ca 5-10 kWh/m²A_{Temp}, år.

3. Målsättning med projektet

Målsättningen för detta projekt är att ta fram bättre underlag för energibehovsberäkningar genom att under ett år mäta några viktiga parametrar som har betydelse för energianvändningen. Det utfördes genom att mäta den totala energianvändningen,

hushållselen samt inomhustemperaturen för alla byggnader. Redovisningen sker i form av veckomedelvärden för året samt i förekommande fall även månadsmedelvärden. När man vid energiberäkningen för en byggnad använder en månadsprofil erhåller man en högre precision jämfört med att fördela förbrukningen jämnt över året. Det senare fallet är det vanliga vid energiberäkningar för nya byggnader. Av de ursprungliga 20 deltagarna i projektet föll 2 bort under första etappen och ytterligare 3 ville inte medverka i fortsättningsstudien. I ytterligare några hushåll har mätningen av hushållsel inte fungerat tillfredsställande .

3.1 Byggnaderna

De studerade byggnaderna är tvåplans parhus som färdigställda 2007 i Ursvik, Sundbyberg. Byggnaderna är uppförda enligt BBR som gällde före 2006 och inte ställde krav på specifik energianvändning. Uppvärmningen sköts med radiatorer via en frånluftvärmepump (IVT 490) och i badrummen finns eluppvärmda golv. Täckningsgraden är beräknad till 45% för värmepumpen. Samtliga badrum är försedda med tvättmaskin och torktumlare. Kyl och frys samt inbyggnadsugn håller i basutförandet energiklass A och tvättmaskin och torktumlare har klass AAB. Som tillval erbjuds högre energiklasser. En del byggnader är försedda med invändig entrévärmesystem vilket var en tillvalsmöjlighet. Mättekniskt registrerades golvvärmesystem som hushållsel. Bostadsarean är ca 127 m².

3.1.1 De boende

De boende är mestadels typiska representanter för köpare av nyproducerade småhus, med två vuxna i karriären och ett eller två barn. I den tidigare rapporten framkom att intresset för energifrågor är stort och drivkraften är såväl ekonomisk som miljömässig.

3.2 Mätningar

3.2.1 Total elanvändning

Nätägaren Vattenfall har tillhandahållit uppgifter om den totala elanvändningen för alla 20 byggnader på veckobasis under perioden dec 2008 – dec 2009. Klimatmässigt har den studerade perioden varit 16% varmare än normalt. Resultatet på årsbasis (ej klimatkorrigerat) för de mätta byggnaderna framgår av fig. 1 nedan.

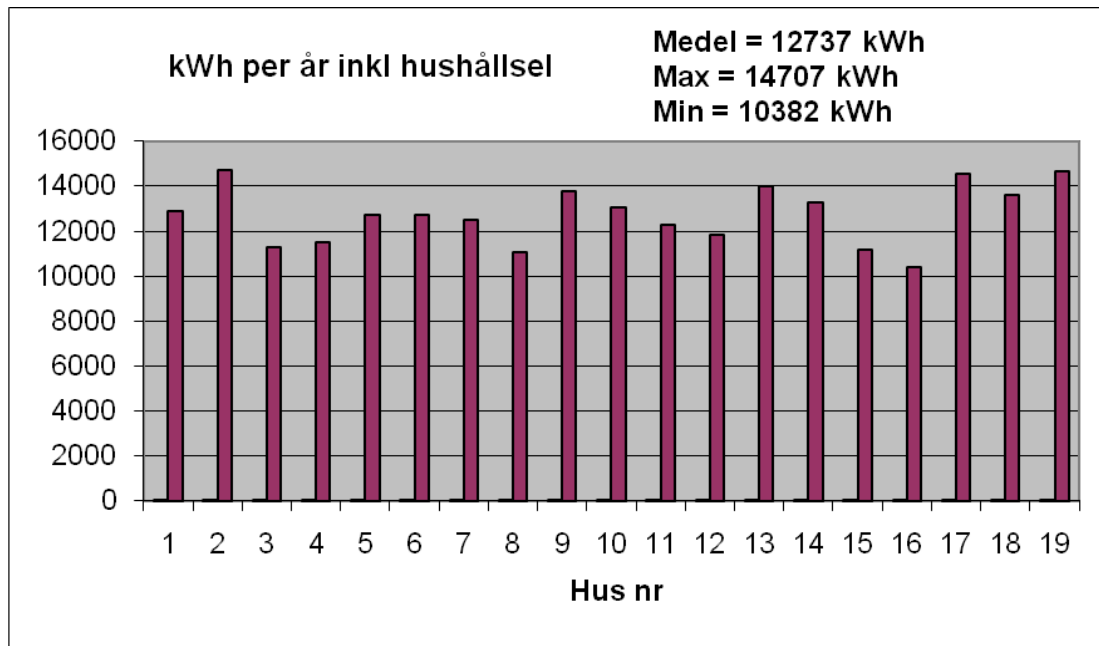


Fig. 1. Total elanvändning per år och bostad.

Genomsnittet inklusive hushållsel är 12737 kWh uppgår till ca 100 kWh/ m²A_{Temp}, år. Detta inkluderar all elanvändning där även eventuella motorvärmare, uppvärmning av friggebodar med fler utvändiga poster ingår. Med hushållselen exkluderad uppgår den graddagskorrigerade genomsnittliga energianvändningen till 74 kWh/m²A_{Temp}, år. Detta ska jämföras med de krav på 110 kWh/m²A_{Temp}, år som gällde när husen byggdes och de 55 kWh/m²A_{Temp}, år som gäller idag. Till detta ska läggas elgolvvärme som bedöms utgöra 5-10 kWh/m²A_{Temp}, år som idag klassas som uppvärmning. Detta är värdefull information för köpare av småhus där vi i stor utsträckning rör oss med beräknade värden och gamla uppskattningar. Det är förhållandevis enkelt att räkna ut årskostnaden baserat på energianvändningen och den aktuella taxan vilket utgör underlag för den totala kostnadsbilden för en köpare.

3.2.2 Total elanvändning - profiler

Under mätperioden ser profilerna på vecko och månadsbasis ut enligt nedan för alla byggnader.

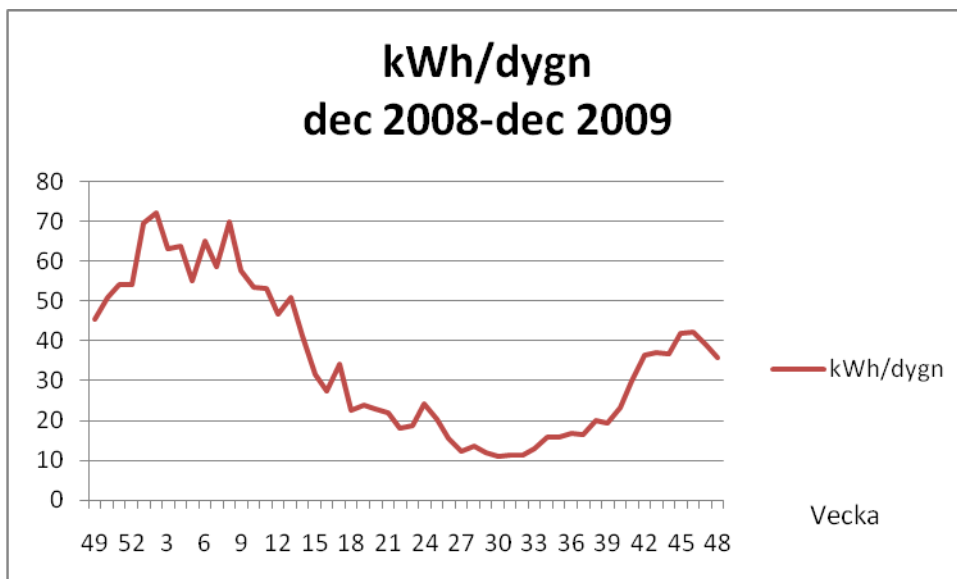


Fig. 2. Total elanvändning per dygn

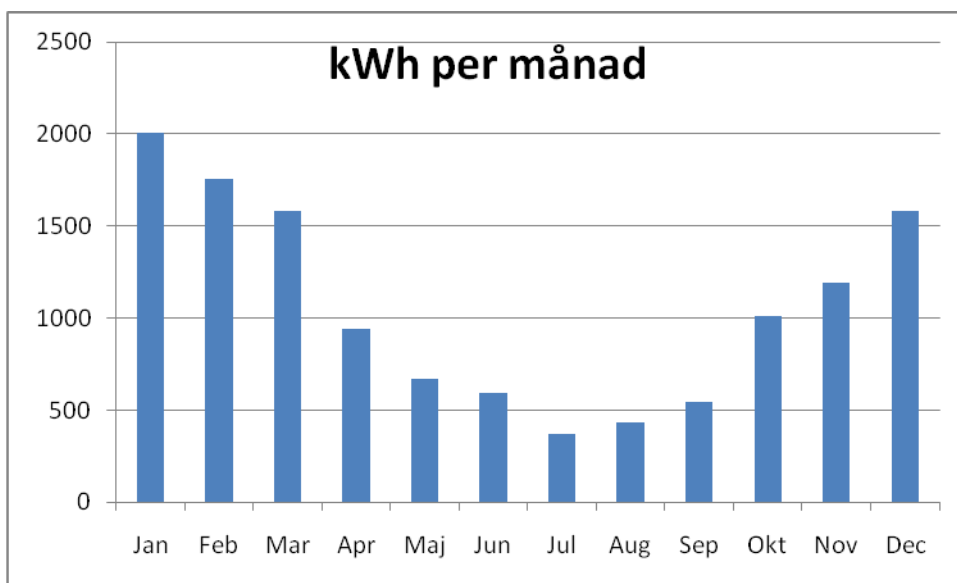


Fig. 3. Totalt antal kWh per månad.

3.2.3 Användning av hushållsel

Mätningar av hushållsel har skett med en undermätare som är framtagen av Interactive Institute. Mätaren levererade och registrerade data trådlöst till energiklockan i 10 hushåll under perioden dec 2008 – apr 2009 då första delen av projektet avslutades. Mätarna omprogrammerades V 7 2009 efter mättekniska problem och demonterades och tömdes

på data i dec 2009. Inga laster utanför klimatskalet ingår i data för hushållselen med undantag för entrébelysningen dvs. den el som ska beaktas vid energibehovsberäkningar då en betydande del av hushållselen blir nyttig värme under uppvärmningssäsongen.

Den genomsnittliga användningen av hushållselen är 4000 kWh per år motsvarande $30,7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{Temp,år}}$ vilket stämmer väl överens med Svebys anvisningar för indata i bostäder. I den siffran ingår elvärme i badrum samt entrévärm i några byggnader som med dagens krav i BBR ska räknas in i kraven. Fördelningen mellan olika veckodagar för året visas nedan i fig 4. Helgdagarna har i genomsnitt 10% högre elanvändning jämfört med vardagarna vilket var något mindre än förväntat. En delförklaring torde vara att i flertalet byggnader är det någon som är föräldraledig med småbarn. Vid uppmätning av 900 relativt nybyggda lägenheter uppgick hushållselen per lägenhet i genomsnitt till 3860 kWh [4]. Även där var elgolvvärme standard.

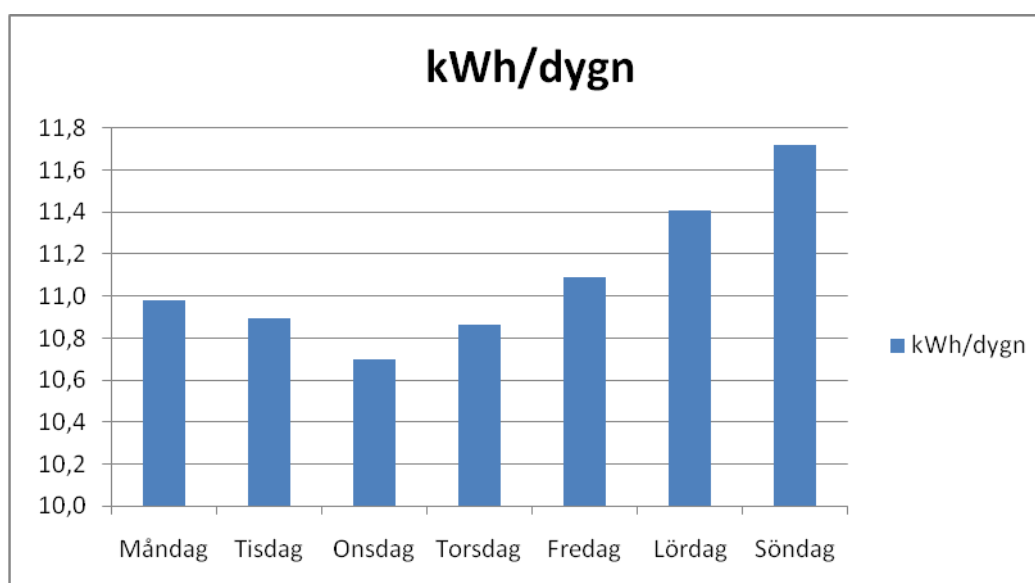


Fig. 4. kWh hushållsel per veckodag.

Den genomsnittliga månadsprofilen visas i fig 5 nedan och man kan konstatera att det skiljer en faktor 2 mellan högsta och lägsta värde.

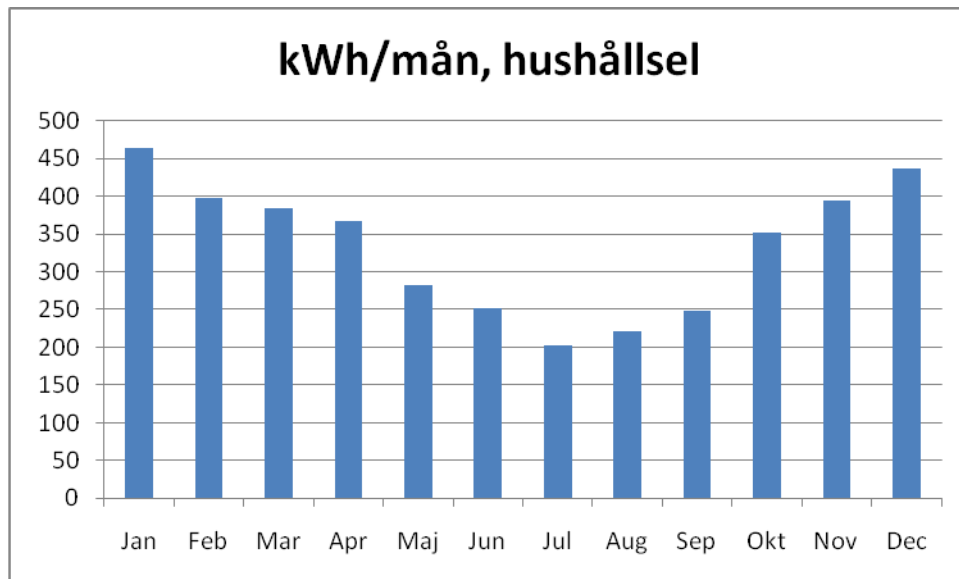


Fig. 5. kWh hushållsel per månad.

3.2.4 Temperaturmätningar

Invändigt har temperaturen mätts på över och undervåningen och nedan visas några figurer för utomhustemperaturen och den genomsnittliga inomhustemperaturen för över och undervåning i alla byggnader.

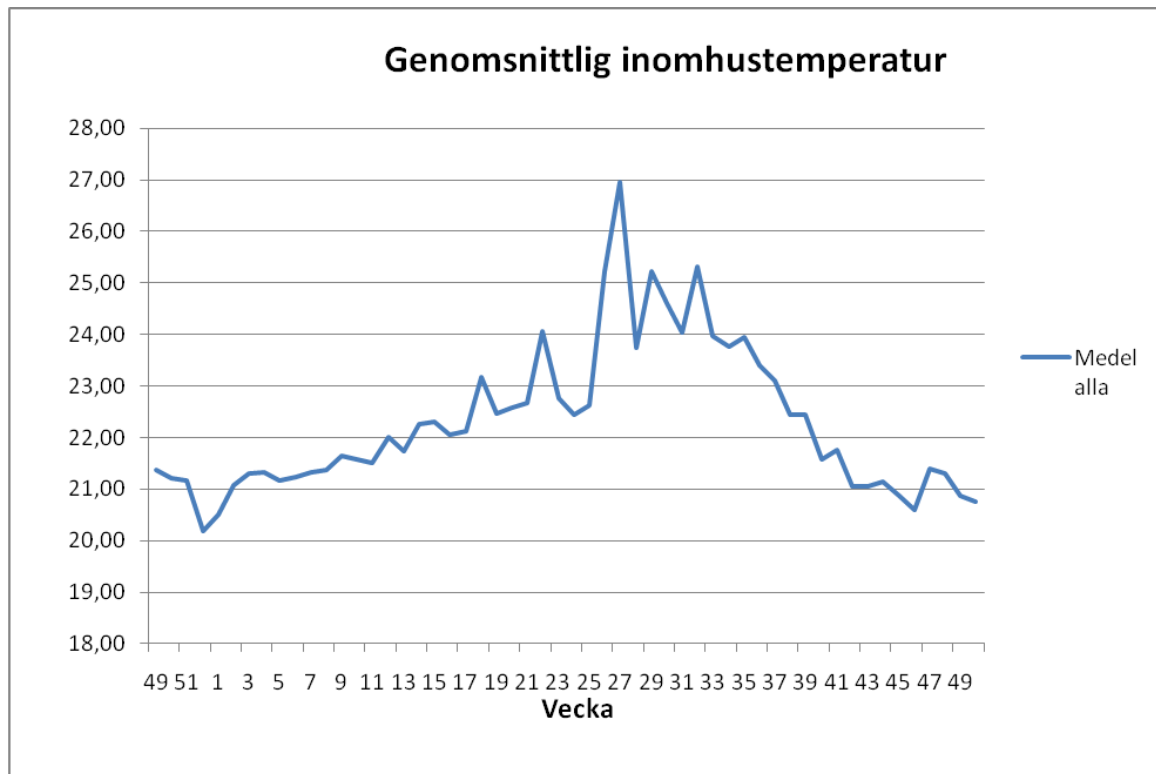


Fig. 6. Genomsnittlig inomhustemperatur för alla byggnader.

Utetemperaturens variationer under samma period visas nedan.

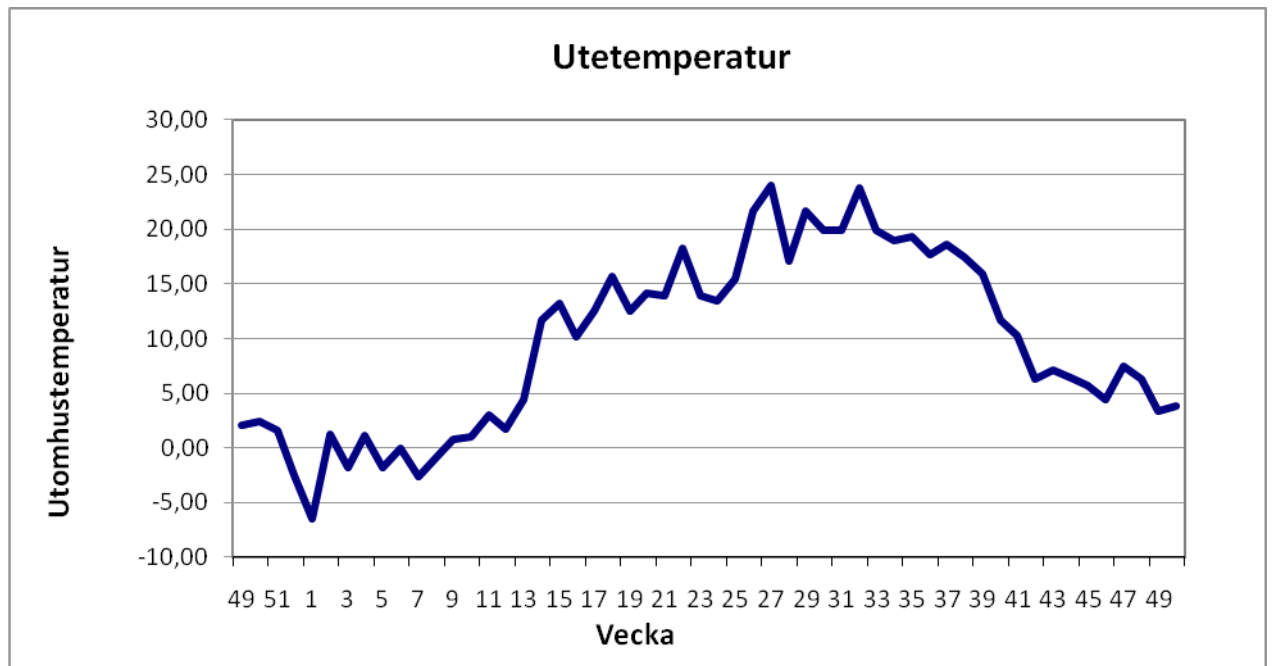


Fig. 7. Utomhustemperatur.

Korrelationen mellan inom och utomhustemperaturen är tydlig, fig. 8 och 9, för dessa lätta byggnader och även under uppvärmningssäsongen påverkar snabba förändringar i utomhustemperaturen inomhustemperaturen. Övervåningen, där sovrummen är belägna, har i genomsnitt ca 1 grad lägre temperatur jämfört med bottenvåningen. Under uppvärmningssäsongen är den genomsnittliga inomhustemperaturen +21,1° och variationen mellan byggnaderna är små. De boende har möjlighet att variera inomhustemperaturen inom ett relativt brett spann då termostatventilerna inte är maxbegränsade.

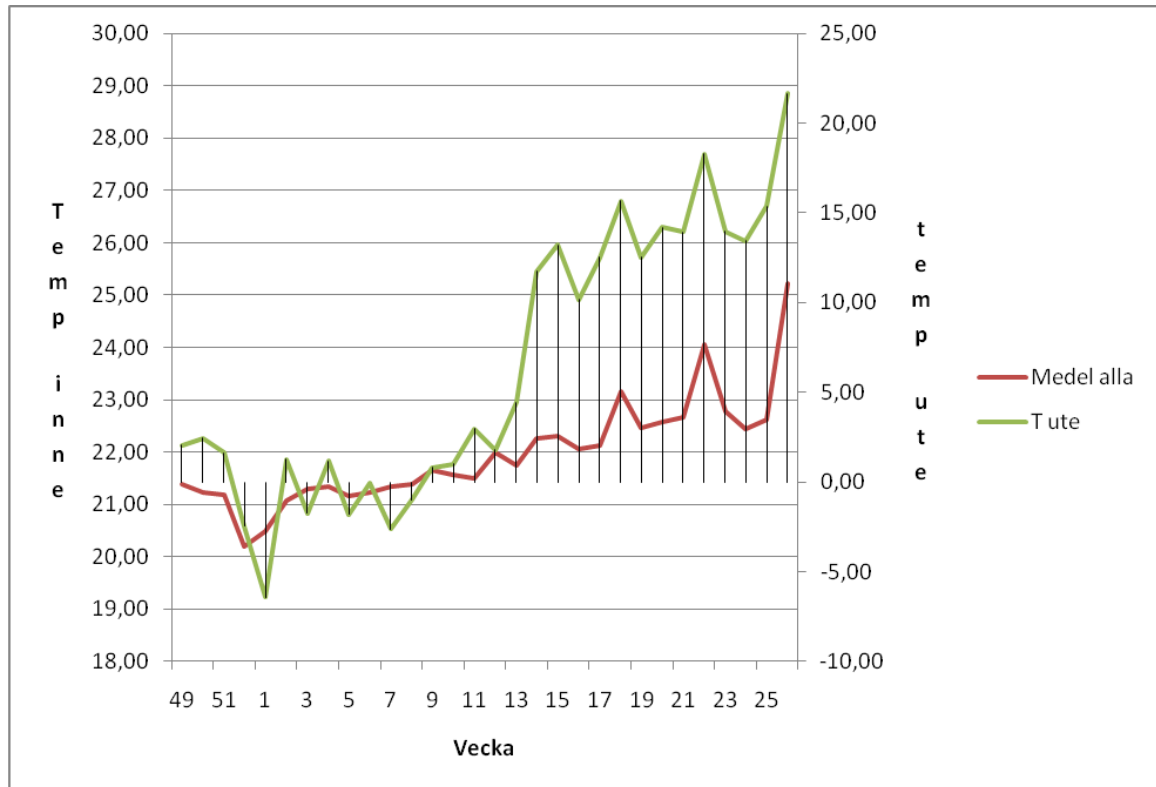


Fig. 8. Temperaturprofil ute och inne.



Fig. 9. Temperaturprofil ute och inne.

4. Analys och diskussion

Resultaten från mätningarna visar en genomsnittlig inomhustemperaturen på drygt 21 grader under uppvärmningssäsongen vilket stämmer väl överens med anvisningarna från Sveby. Vi konstaterar också att det innebär att det är i genomsnitt +22° i bottenvåningen och + 20° i övervåningen där sovrummen är belägna. Dock framgår inte av mätningarna när värme tillförs uppvärmningssystemet vilket skulle vara intressant att studera för att bedöma när verkligt energibehov föreligger. Sannolikt finns det möjligheter att spara en del energi genom att utveckla samspelet mellan byggnadens värmebehov och styr och regler systemet under perioder då solen börjar ge bidrag till byggnadens uppvärmning. Hushållsel relateras idag till antal kWh/m²,år vilket troligen innebär att den specifika energianvändningen blir lägre ju större byggnaden är. Alternativet skulle kunna vara att i stället utgå från familjesammansättningen [5] vilket energimyndigheten studerat. Den är dessvärre okänd när ett nytt småhusområde ska byggas. Vidare kan konstateras att byggnaderna, som är ca 3 år gamla, inte klarar de skärpta kraven på 55 kWh/ m²A_{Temp},år som gäller för elvärmda byggnader där även elgolvvärme som uppskattningsvis är 5-10 kWh/ m²A_{Temp}, år ingår.

5. Fortsatta studier

Ett intressant område att studera vidare är den korrelation mellan utom och inomhustemperaturen vid större svängningar i utomhustemperaturen som observerats. I första hand är detta av intresse under uppvärmningssäsongen då värmesystemet är i drift. Ett annat område av intresse att studera är hur inställningar av pumpstoppautomatik och reglerkurva kopplat till och tillförsel av värme och inomhustemperaturer. Idag tillämpas i stor utsträckning standardinställningar och frågan är hur optimala dessa är.

Avslutningsvis vill artikelförfattarna tacka finansörerna NCC FoU och SBUF för finansiellt stöd samt husägarna som ställt sina hem till förfogande.

6. Referenser

- [1] www.sbuf.se
- [2] www.equa.se
- [3] www.fastighetsagarna.se/web/Sveby.aspx
- [4] Energi&Miljö nr 11 2007.
- [5] End-use metering campaign in 400 households in Sweden. Jean Paul Zimmerman Energimyndigheten 2009.