



Individuell värmemätning i flerbostadshus

– Faktorer som påverkar uppmätt värmeenergi och rumstemperatur

Flera faktorer har en stark påverkan på värmekostnaden vid individuell värmemätning i flerbostadshus. En kommande Effektivrapport visar att de viktigaste faktorerna är önskad rumstemperatur och fönstervädringsmönster samt, när det gäller radiatorvärmerna, uteklimat.

Intresset i Sverige för individuell mätning och debitering av värme och tappvatten i flerbostadshus har stigit starkt under de senaste åren. Ett exempel är att två bostadsbolag, vilka infört individuell värmemätning i delar av sina bestånd, år 2002 tilldelades Stora Energipriset av Dagens Industri och Sweco Theorells.

Individuell mätning och debitering av värme och vatten innebär att den mediamängd som mäts via husets debiteringsmätare fördelas på lägenheterna efter olika typer av fördelningsmätare i dessa.

I Sverige används två metoder för individuell värmemätning. Dessa representerar fundamentalt skilda synsätt på hur lägenheter hyrs ut.

1. Debitering efter uppmätt värmemängd. Här är synsättet en kall- och torrhyra, i princip skall hyresgästen betala fullt ut för alla media denne använder. I regel fördelas dock ungefär hälften av byggnadens använda värmeenergi individuellt, baserat på mätning. Värmemängden mäts aningen via en eller flera värmemängdsmätare på lägenhetens radiatorkretsar eller via fördelningsmätare på varje radiator. Detta är den traditionella metoden som använts i många år i länder som Dan-

mark, Tyskland och Schweiz.

2. Debitering efter uppmätt rumstemperatur. Här är synsättet en modifierad svenska varmhya. Hyresgästen erhåller en viss komforttemperatur (vanligen 21°C) och får betala extra för en högre rumstemperatur (ofta upp till 23°C) och får pengar tillbaka vid en lägre rumstemperatur i lägenheten (ofta ned till 18°C).

Oavsett mätmetod mäts tappvatten alltid via vattenmängdsmätare, vanligen värderas tappvarmvattnet till ungefär dubbla kallvattenpriset.

I slutet av år 2002 pågick i Sverige ungefär 150 projekt med någon form av individuell mätning och debitering av värme och tappvatten: I dessa projekt ingick ca 5.500 lägenheter. År 2006 uppskattas ca 15.000 lägenheter omfattas av individuell värmemätning. Idag fördelas värmekostnaden i ca 65% av lägenheterna efter uppmätt värmemängd och i ca 35% efter uppmätt rumstemperatur. I resterande ca 10% debiteras endast tappvatten; varmt eller både kallt och varmt (Berndtsson, 2003).

Syftet med projektet

Huvudsyftet med projektet som redovisas i den kommande Effektivrapporten är att jämföra de två metoderna för individuell värmemätning. Aktuella frågor är exempelvis om högt börvärde på rumstemperaturen verkligen motsvarar en hög radiatorvärmeförbrukning, om radiatorvärme ersätts systematiskt med värme från grannlägenheter om börvärdet är lågt i den aktuella lägenheten eller hur stor påverkan fönstervädring har på radiatorvärmerna respektive rumstemperaturen. Ett annat syfte är att studera vad som rapporterats rörande området i Sverige. Projektet be-

handlar inte alls individuell mätning av tappvatten.

Metod

Rapporten inleds med en genomgång av olika projekt vilka berör individuell värmemätning, med tyngdpunkt på svenska resultat. Tolv olika rapporter värda att referera återfanns. Av denna genomgång framgår bland annat att olika påverkansfaktorer inte undersökts systematiskt.

För att utröna vilka tänkbara faktorer som verkligen är betydelsefulla genomförs ett fullständigt faktor försök med sex faktorer. Varje faktor ges en hög och en låg nivå, där den låga nivån antas medföra en låg värmeförbrukning och den höga nivån en hög värmeförbrukning. De utvalda faktorerna är:

- 1. Byggnadsålder.** Byggnadstekniska standard motsvarande sent 1990-tal (låg nivå) respektive 1950-tal (hög nivå).
- 2. Uteklimat.** Genom att välja Malmö (låg nivå) respektive Luleå (hög nivå) täcks mer än 90% av Sveriges befolkning.
- 3. Rumstemperaturens börvärde.** Här väljs 18°C (låg nivå) respektive 23°C (hög nivå) medan grannlägenheterna alltid har ett börvärde på 21°C.
- 4. Lägenhetsplacering i byggnaden.** Här studeras mittlägenhet (låg nivå) respektive gavel / vindslägenhet (hög nivå).
- 5. Intern värmegenerering,** d.v.s. hushållselanvändningen. Här väljs en barnfamilj (låg nivå) på värmeförbrukningen respektive ett pensionärspar (hög nivå) på värmeförbrukningen.
- 6. Fönstervädringsmönster.** Till låg nivå väljs ingen fönstervädring, medan till hög nivå sätts att sovrumsfönstret är öppet 5% hela året och öppnas 40% eller 50% (beroende på årstid) under en halvtimme varje morgon.

Köksfönstret är likaså alltid öppet 5% och öppnas vid matlagning 20% eller 40% två gånger om dagen under 20 eller 30 minuter, beroende på årstid. Indata för hushållselanvändning och fönstervädring hämtades delvis från Eriksson & Wahlström (2001).

Andra faktorer är tänkbara, exempelvis att hyresgästerna manipulerar med ventilation så denna minskar eller om fönstren har vädringsspärrar vilka stänger radiatorn under fönstret om detta öppnas. Minskad ventilation är en önskad faktor som kan leda till dåligt luftkvalitet, kanske främst fuktproblem, och tas därför inte upp. Vädringsspärrar är idag tämligen kostsamma både i investering och underhåll, och kan lätt saboteras av hyresgästen. Därför tas inte heller denna faktor upp.

64 kombinationer

De sex faktorerna innebär att 64 kombinationer är möjliga. För varje kombination beräknas för en typisk lägenhet om tre rum och kök (69,5 m²) den årligt använda radiatorvärmeförbrukningen, rumsmiddeltemperaturen samt värmeförbrukningen mellan lägenheten och grannlägenheterna. Rumsmiddeltemperaturen uttrycks som innegradtimmar jämfört med komforttemperaturen 21°C. Endast värden under eldningssäsongen (utetemperatur under 15°C) används. Grannlägenheterna har börvärdet 21°C på rumstemperaturen och en något mindre hushållselanvändning än den studerade lägenheten. Tillsammans med proportionell reglering med termostatventiler medför detta att rumstemperaturen aldrig blir så låg som 21°C i grannlägenheterna.

Som referenshus används ett 1990-talshus i Stockholm med börvärdet 21°C. Lägenhe-



ten ligger mitt i huset. Hushållselanvändningen ligger ungefär mitt i mellan låg och hög nivå, medan vädringsmönstret ligger strax över låg nivå med endast kort morgonvädring i sovrummet och kort vädring i samband med matlagning i köket.

Beräkningarna sker för varje timme under året med hjälp av byggnadssimuleringsprogrammet IDA Klimat och Energi. Härigenom tas hänsyn till värmelagringen i byggnadstommen (främst mellanbjälklag) vid värmetransporten mellan lägenheterna.

Resultat

De viktigaste

påverkansfaktorerna

Resultatet från det fullständiga faktorförsoket visar att endast några faktorer är verkligt betydelsefulla. För den i lägenheten använda radiatorvärmens är de i fallande ordning:

- Rumstemperaturens börvärde
- Uteklimatet
- Fönstervädringsmönstret

För såväl inegradtimmarna jämfört med 21°C som för värmetransporten mellan lägenheterna är de viktigaste faktorerna i fallande ordning:

- Rumstemperaturens börvärde
- Fönstervädringsmönstret

Detta innebär att faktorerna byggnadsålder, lägenhetens placering i byggnaden samt

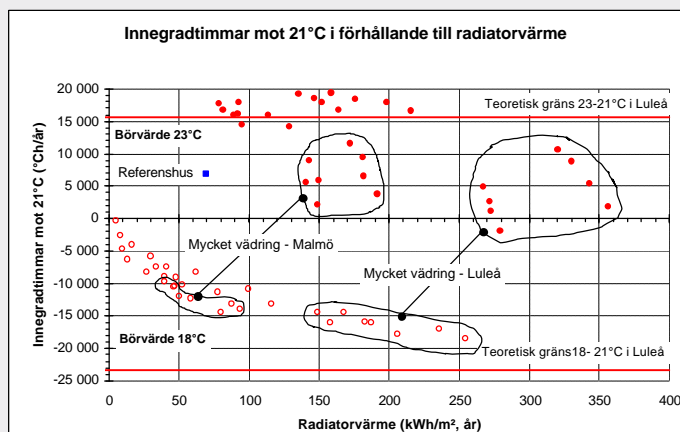
hushållselanvändningen har en mindre påverkan på den använda radiatorvärmens, medelrumstemperaturen och värmeutbytet mellan grannlägenheter. Endast för radiatorvärmens har uteklimatet någon stor påverkan.

En del av dessa resultat kan förklaras om några generella resultat från faktorförsoket studeras.

Generella resultat

En fråga som kan undersökas utifrån de generella resultaten av faktorförsoket är om värme från grannlägenheterna systematiskt ersätter radiatorvärme när börvärdet på rumstemperaturen i lägenheten är lågt, d.v.s. 18°C. Mycket värme från grannlägenheterna skulle också innebära att det är svårt att nå det önskade låga börvärdet. Figur 1 visar inegradtimmer, jämfört med komforttemperaturen 21°C, i förhållande till radiatorvärmens. Inegradtimmer över 21°C redovisas som positiva.

Resultatet faller i två huvudgrupper med två undergrupper. Huvudgrupperna är 18°C respektive 23°C börvärde på rumstemperaturen, medan undergrupperna är ingen eller mycket fönstervädring. Studeras först resultat med mycket vädring ses att radiatorvärmens blir mycket hög medan lägenheten kyls ut



Figur 1. Inegradtimmer, jämfört med komforttemperaturen 21°C, i förhållande till använd radiatorvärme i lägenheten. De maximala gradtimmarna för den kallaste orten anges också.

rejält. I såväl Luleå som Malmö klarar radiatorerna inte av att hålla 23°C om vädringen är kraftig. Vid ingen vädring blir däremot medelrumstemperaturen kring eller strax över 23°C, vilket kan förväntas med internvärmens och den proportionella regleringen av radiatorerna. Detta är också orsakerna till att referenshuset har en medelrumstemperatur över börvärdet 21°C. Vid det låga börvärdet 18°C uppnås detta inte ens vid kraftig vädring i kallt klimat. Detta beror på att värme strömmar från de varmare grannlägenheterna. Resultatet är i överensstämmelse med tidigare undersökningar vilka visat att det är svårt att sänka rumstemperaturen i normala flerbostadshus mer än maximalt ett par grader under grannlägenheternas.

Figur 2 visar den i lägenheten använda radiatorvärmens i förhållande till värmen till/från grannlägenheterna. Värme från grannlägenheterna definieras som positiv på motsvarande sätt som tillförd radiatorvärme.

Ur figur 2 kan bedömas om värme från grannlägenheterna systematiskt ersätter radiatorvärme. Om först resultat för börvärdet 18°C studeras framgår att värmen från grannlägenheterna ökar med radiatorvärmens. Detta är tvärt emot det för-

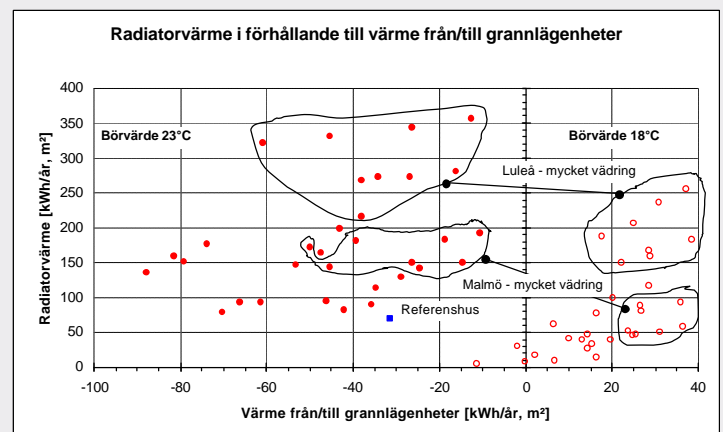
väntade resultatet. Om endast resultat för lågt börvärde utan vädring studeras framgår att värmen från grannlägenheterna är ganska betydande, upptill ungefär hälften av radiatorvärmens. Resultaten för det höga börvärdet 23°C visar i stort samma sak, för ingen vädring levererar lägenheten ungefär hälften eller mer av radiatorvärmens till grannlägenheterna. Av figur 2 framgår att radiatorvärme inte systematiskt ersätts med värme från grannlägenheterna, men denna värmetransport är tämligen betydande.

Figur 3 visar värmetransporten från/till grannlägenheterna i förhållande till medelrumstemperaturen i lägenheten.

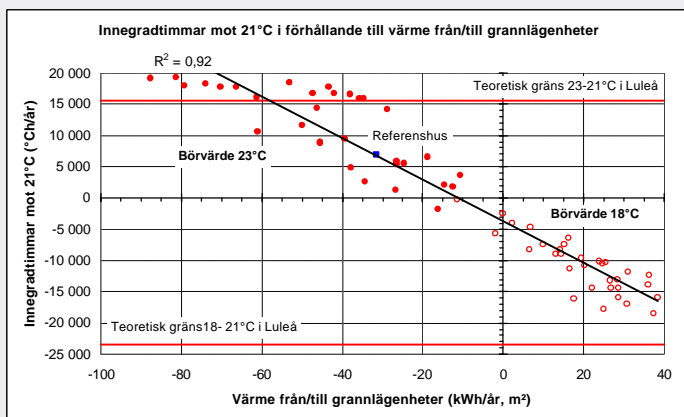
Som väntat visar figur 3 att det finns en mycket stark koppling mellan lägenhetens medelrumstemperatur och värmen från/till grannlägenheterna. De 64 årsberäkningarna täcker nästan in hela spannet mellan drygt 23°C och drygt 18°C. En rät linje kan anpassas till resultatet med den höga bestämningskoefficienten 0,92 (maximalt värde är 1,0).

Diskussion

Faktorförsoket har visat att faktorer som hyresgästen påverkar, önskad rumstemperatur och fönstervädring, starkt påverkar såväl använd radiatorvärme som



Figur 2. Radiatorvärme använd i lägenheten i förhållande till värme från/till grannlägenheterna. Värme från grannlägenheterna definieras som positiv.



Figur 3. Innegradtimmar, jämfört med komforttemperaturen 21°C, i förhållande till värme från/till grannlägenheterna. Värme från grannlägenheterna definieras som positivt.

medelrumstemperaturen i lägenheten. Som väntat påverkar även uteklimatet den använda radiatorvärmens. En faktors betydelse beror till viss del på hur stor skillnaden är mellan den låga och höga nivån. Dessa nivåer väljs utifrån en kännedom om vilka variationer som är normala. För faktorerna uteklimat, rumstemperaturens börvärde och lägenhetsplacering är nivåerna tämligen givna och är valda som extrempunkter. För faktorn byggnadsålder är skillnaden i värmeteknisk standard mellan ett 1950-tals och ett 1990-tals hus möjligen i minsta laget. Detsamma gäller variationen i hushållselanvändning. Betydelsen av faktorn fönstervändring beror mycket på hur denna hanteras i IDA Klimat och Energi. Här har antagits att vädring endast beror på temperaturskillnaden mellan rummet och uteluften, ingen hänsyn har tagits till eventuell inverkan av vindtryck på fasaden. Möjligen är de fönsteröppningsgrader som valts för stora, särskilt i det kalla Luleå där lägenheten blir rejält utkyld vid det höga börvärdet på rumstemperaturen.

Svår att motivera

Individuell värmemätning är svår att ekonomiskt motivera med endast energibesparingskäl. Motiven är oftare att hyresgästerna erbjuds ett mer villalikt boende och kan påverka sin vär-

mekostnad. Hyresgästföreningen är positiv till individuell värmemätning då den bidrar till ökad valfrihet för hyresgästen. Ett viktigt motiv för individuell värmemätning är att värmekostnaden tydliggörs för hyresgästen och att denne kan påverka kostnaden. För att sambandet mellan värmekostnaden och hyresgästens beteende skall tydliggöras måste återföring ske ganska ofta. Eftersom hyresavtalen normalt utdelas varje kvartal vore det önskvärt att återföring kunde ske minst så ofta. Återföring sker idag vanligen en gång per år. Idag finns en del ofullständigheter i de administrativa systemen som skall ta hand om alla mätvärden och föra över resultaten till hyresavtalen.

Rättvisaspekterna

Mycket av debatten i Sverige har handlat om rättvisaspekterna på mätning av radiatorvärme respektive rumstemperatur. I vissa fall, exempelvis fönstervändring, slår metoderna åt olika håll. Det fundamentala är emellertid att individuell värmemätning kan påverka hyresgästernas beteende genom att tydliggöra värmeenergikostnaden. En i någon mån rättvis debiteringsmetod bör ta hänsyn till att eventuell minskning av hela byggnadens värmeenergianvändning på något sätt kommer alla hyresgäster till del. Det räck-

er med att en enda hyresgäst sänker sin rumstemperatur för att byggnadens hela värmeenergianvändning skall minska.

Oavsett metod kan individuell värmemätning motiveras med att de två mest betydelsefulla faktorerna (rumstemperaturens börvärde och fönstervändringsmönstret) båda verkligen kan påverkas av hyresgästen. Dessa faktorer har tveklöst starkast påverkan på radiatorvärmens, rumsmiddeltemperaturen och värmetransporten mellan lägenheterna.

Den kommande rapporten har genomförts i ett projekt inom forskningsprogrammet EFFEKTIV som syftar till att öka kunskapen om god inomhusmiljö och en effektiv, miljövänlig energianvändning i bostäder och lokaler. Allt material som sammanställs inom programmet samlas på hemsidan www.effektiv.org och är i elektronisk form gratis. Bakom EFFEKTIV står näringslivet, representerat av Elforsk, och staten, representerat av Statens Energimyndighet och Formas.

Sammanfattning

I en kommande Effektiv-rapport har för en typisk lägenhet i ett flerbostadshus undersökts vilka faktorer som har en stor betydelse för storheterna: uppmätt årlig radiatorvärmeanvändning, rumsmiddeltemperatur under eldningssäsongen och värme till/från grannlägenheter. De undersökta faktorerna är byggnadsålder, uteklimat, rumstemperaturens börvärde, lägenhetens placering i byggnaden, hushållselanvändning och fönstervändringsmönstret. De faktorer som tveklöst starkast påverkade alla tre storheterna var rumstemperaturens börvärde och fönstervändringsmönstret. För radiatorvärmens tillkommer uteklimatet. De två första faktorerna är bägge sådana som hyresgästen kan påverka. Värmetransporten mellan lägenheterna medför att det är svårt att uppnå önskade rumstempera-

turer som är mer än ett par grader lägre än grannlägenheternas, för normala flerbostadshus utan isolerade mellanbjälklag. Värmetransporten mellan lägenheterna uppgår till stora belopp, ungefär hälften är radiatorvärmeanvändningen för både låg (18°C) och hög (23°C) önskad temperatur jämfört med grannlägenheternas temperatur på drygt 21°C. Det viktigaste med individuell värmemätning, oavsett om debitering sker enligt uppmätt radiatorvärme eller rumstemperatur, är att den synliggör värmekostnaden för hyresgästen och därmed kan motivera denne att ändra beteende. För att detta skall ske krävs tämligen tät återföring till hyresgästen, exempelvis minst varje kvartal. I en debiteringsmetod, som är i någon mån rättvis, bör ingå hela byggnadens värmeenergianvändning så alla hyresgäster på något sätt kan ta del av byggnadens minskade värmeenergianvändning på grund av sänkt rumstemperatur.

Lennart Jagemar

Docent, CIT Energy Management AB, Göteborg
lennart.jagemar@cit.chalmers.se

Referenser

- Berndtsson, L. 2003. *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*. 2003-03-31. Projekt P11835-2, Statens Energimyndighet, Eskilstuna. [http://www.stem.se/web/sparsnf/FlIAtkomst/Slutrappport.pdf/\\$FILE/Slutrappport.pdf](http://www.stem.se/web/sparsnf/FlIAtkomst/Slutrappport.pdf/$FILE/Slutrappport.pdf)
- Eriksson, J. & Å. Wahlström. 2001. *Reglerstrategier och beteendets inverkan på energianvändningen i flerbostads hus*. Rapport Effektiv 2001:04 <http://www.energi.se>
- Jagemar, L. & B. Bergsten. 2003. *Individuell värmemätning i flerbostadshus – Några energitekniska aspekter*. Kommande Effektiv-rapport <http://www.energi.se>