

Individuell mätning och debitering av energianvändning i flerbostadshus

Licentiat

Simon Siggelsten



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola



MALMÖ HÖGSKOLA

© Copyright Simon Siggelsten och Avdelningen för Byggproduktion,
Lunds universitet

Publicerad 2010 av
Avdelningen för Byggproduktion
Lunds Universitet
Box 118
SE-221 00 Lund

Tel: +46(0)46 222 74 19
Fax: +46(0)46 222 44 14
E-post: bekon@bekon.lth.se
Internet: www.bekon.lth.se

ISSN 1651-0380
ISBN 91-85257-83-4
ISRNLUTVDG/TVBP-10/1029-SE

Förord

Energifrågor och byggnader är två saker som intresserar mig mycket. I slutet av min byggnadsingenjörsutbildning började jag undersöka vilka olika tekniska system som fanns för att minska energianvändningen i byggnader. Jag fastnade för individuell mätning och debitering, ett system som bland annat är tänkt att ge boende i flerbostadshus incitament för att spara energi. Det som gjorde mig mest intresserad var dess begränsade utbredning i Sverige samt de problem som var relaterade till mätmetoderna för värme. Det kändes direkt som en utmaning.

Jag vill skicka ett stort tack till min handledare Bengt Hansson och min biträdande handledare Stefan Olander som båda har hjälpt mig mycket i hela arbetsprocessen från idé till färdig text. Även ett stort tack till John Sandblad för all hans hjälp i början av mitt arbete samt alla andra som på olika sätt medverkat och hjälpt mig.

Utan finansiering hade det inte gått att genomföra arbetet. Så jag vill tacka Centrum för Energi- och Resurseffektivitet i Byggnader och Förvaltning (CERBOF), Centrum för fastighetsföretagande (CFFF) samt Byggrådet som alla trodde på idén och bidrog till finansieringen.

Jag vill också tacka min familj för allt stöd och hjälp som jag har fått under arbetets gång, framförallt Katrin som har hjälpt mig med korrekturläsning och synpunkter.

*Simon Siggelsten
Lund, november 2010*

Abstract

The purpose of this research is to increase the understanding of individual metering and charging of heat and water in multi-dwelling houses, systems designed to allocate individual costs. Individual metering is currently on the agenda in Sweden, not because of the pressure the EU put on the building sector to improve energy performance, but rather because of shortcoming in the techniques of metering heat as well as the questions whether individual metering is actually necessary and does any good. The extension of individual metering of heat and water is very limited in Sweden in contrast to several other European countries.

A survey has been carried out through questionnaires and interviews with landlords and tenants and literature studies. The survey shows on a need for individual metering and charging. Tenants simply believe that those who use more also should pay more. Speaking against individual metering and charging of heat are such as shortcomings with metering methods making it more difficult to achieve fair cost allocations, and the tenants' difficulties to understand the individual metering, possibly because of limited or no information.

Two main incentives for landlords to install individual metering and charging are energy savings and thus the environment, and fair cost allocation. However, the survey shows that tenants being critical to the metering lead to additional administrative expenses, hence negatively affecting the overall economy. The survey also indicates that it is more economically profitable to individually meter water than heat. Some of the participating landlords have as a matter of fact not even got any profit at all from metering of heat. Individual metering and charging of heat and water can still create an opportunity to reduce the energy use in multi-dwelling houses.

Keywords: Individual metering and charging, landlord, tenant, heat and water

Innehåll

1.	Introduktion	11
1.1	Energi och energianvändning	11
1.2	Krav på energieffektivisering.....	11
1.3	Individuell mätning är en möjlighet.....	13
1.4	Forskningsfrågan	14
1.5	Syfte	15
1.6	Avgränsningar	16
1.7	Arbetets genomförande	16
1.8	Avhandlingens disposition.....	16
2.	Metod	19
2.1	Introduktion	19
2.2	Val av metod	20
2.3	Angreppssätt.....	23
2.4	Litteraturstudie.....	26
2.5	Reliabilitet och validitet	28
2.6	Analys av undersökningarna	30
2.7	Slutsats.....	31
3.	Tekniken för individuell mätning.....	33
3.1	Olika mätmetoder	33
3.2	Systemets uppbyggnad	34
3.3	Slutsats.....	40
4.	Attityden hos boende i flerbostadshus.....	43
4.1	Inledning	43
4.2	Införande av individuell mätning.....	44
4.3	Resultatet från undersökningarna.....	45

4.4	Slutsats	47
5.	Attityden hos fastighetsägare.....	49
5.1	Inledning.....	49
5.2	Resultatet från undersökningarna	50
5.3	Historiska skillnader	52
5.4	Ekonomisk lönsamhet.....	53
5.5	Slutsats	54
6.	Samspelet mellan fastighetsägare och boende	55
6.1	Inledning.....	55
6.2	Miljöprofilerat boende	55
6.3	Information och kunskap.....	56
6.4	En svensk modell.....	57
6.5	Slutsats	57
7.	Slutsats.....	58
7.1	Inledning.....	58
7.2	Attityder bland boende i flerbostadshus.....	59
7.3	Fastighetsägares incitament	60
7.4	Analys av för- och nackdelar.....	61
7.5	Vidare forskning.....	63
	Referenser	64

Bilaga I: Siggelsten, S. Olander, S. 2010. ”Individual Heat Metering and Charging of Multi-Dwelling Residential Housings” *Structural Survey*, issue 3, volume 28, pp.207-214.

Bilaga II: Siggelsten, S. Hansson, B. 2010. ”Incentives for Individual metering and charging” *Journal of Facilities Management*, issue 4, volume 8, pp.299-307.

Begreppsförklaringar

Avdunstningsmätare: En mätare som förr användes för mätning av tillförd värme. Mätaren placerades på radiatoren och registrerade värmeavgivningen genom två kommunicerande vätskeampuller där vätskan förångades i den ena ampullen och kondenserade in den andra.

Centralvärme: Ett uppvärmningssystem som innebär att värme från en central värmekälla fördelas i hela byggnadens utrymme som ska värmas upp.

CEN-norm: Comité Européen de Normalisation (CEN) är en europeisk standardiseringsorganisation. CEN är inget EU-organ, utan en självständig organisation.

DIN-norm: Deutsches Institut für Normung (DIN) är Tysklands standardiseringsorganisation.

Energicertifikat: I ett energicertifikat redovisas byggnadens energiprestanda tillsammans med någon form av referensvärde. Det skall också åtföljas av rekommendationer för hur energiprestandan kan förbättras med hjälp av kostnadseffektiva åtgärder.

Energiprestanda: Den faktiskt använda eller beräknade mängden energi för att tillgodose olika behov som är knutna till det normala bruket av byggnaden.

Enorm: Ett energiberäkningsprogram som är utformat för att fastställa energibehovet för en byggnad.

Individuell mätning och debitering: Syftar till att energianvändningen för varje enskild lägenhet mäts individuellt för att sedan ligga som grund för den enskildes energikostnad istället för att debiteras efter schablon. Den energi som finns att individuellt mäta i en lägenhet är elenergi, värmeenergi, mängden tappvarmvatten och i vissa fall komfortkyla.

I den löpande texten kommer endast individuell mätning att skrivas ut med debitering som underförstått.

Klimatskärm: Den del som isolerar det inre av en byggnad från omvärlden med avseende på bland annat temperatur och fuktighet (Hansson, Olander & Evertsson, 2007).

Komfortkyla: Den kyla som används för att sänka byggnadens inomhustemperatur för människors komfort.

Köldbrygga: Mindre del av en värmeisolerande byggnadsdel med sämre värmeisolering än byggnadsdelen i övrigt (Hansson m fl. 2007).

Lågenergihus: Byggnader som använder mindre energi än hus byggda enligt praxis eller enligt vad byggnormen kräver (Blomsterberg, 2009).

Miljonprogrammet: Ett bostadsbyggnadsprogram, beslutat av riksdagen, som innebar att drygt en miljon lägenheter, i småhus och flerbostadshus, färdigställdes under perioden 1965 – 1974 (Hansson m fl. 2007).

Nollenergihus: Hus med mycket låg energianvändning och som är självförsörjande för den energi som behövs (Blomsterberg, 2009).

Operativ temperatur: Aritmetiskt medelvärde av medelstrålningstemperatur och lufttemperatur (Hansson m fl. 2007).

Passivhus: Ett internationellt begrepp som utvecklats i Tyskland där definitionen är ett maximalt användande av energi på 15 kWh per m² och år, exklusive hushållsel. I Sverige är definitionen annorlunda och syftar på en betydligt bättre prestanda än nybyggnadskraven enligt Boverkets Byggregler (BBR).

Termisk koppling: En sammanbindning med möjligheten för värmeenergi att förflytta sig.

1. Introduktion

1.1 Energi och energianvändning

För de flesta är energi och energianvändning mycket diffusa begrepp. Majoriteten av alla konsumenter förstår inte vad 1 kWh är och vad det innebär för dem (Lindstedt & Mårdsjö Blume, 2008). De vet inte heller hur mycket energi en apparat använder och om det är lönsamt att satsa på ett energisnålare alternativ (Boverket, 2005). Konsumenter får vanligen inte den information som behövs för att överväga ett energisnålare alternativ. Det är fullt möjligt att påverka energianvändningen i flerbostadshus bara genom information (Henryson, Håkansson, och Pyrko, 2000). En ökad medvetenhet kommer motivera konsumenterna till att bli mer energieffektiva (ibid.). Det är även viktigt att konsumenter kan se resultat av sin energibesparing (Schou, 1982).

Merparten av alla boende i flerbostadshus vet inte hur stor del av hyran som går till uppvärmning och varmvatten eftersom kostnaden är inbakad i hyran. För att boende i flerbostadshus ska ha en möjlighet att spara energi är det därför viktigt att upplysa dem om deras konsumtion och om energikostnader. Det skapar ett behov av hjälpmedel som ska göra det möjligt att upplysa om den boendes energianvändning och kostnader.

1.2 Krav på energieffektivisering

Ett EU-direktiv antogs år 2002 med syftet att främja en förbättring av energiprestandan i byggnader (2002/91/EG). Idag ligger det som grund för svensk lagstiftning om energieffektivitet för byggnader. Krav på energicertifikat för byggnader ska informera om byggnaders energiprestanda, med referensvärden och riktmärken, till ägare, hyresgäster och presumtiva köpare. I direktivet förordas

också användandet av individuell mätning och debitering¹ av både värme, varmvatten och komfortkyla med motiveringen att det kan bidra till en energibesparing inom bostadssektorn (2002/91/EG (20)). I april 2006 antog Europaparlamentet och Europeiska Unionens råd direktivet om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster (2006/32/EG). Det finns all anledning för myndigheter att specificera speciella krav för byggnader eftersom bostads- och servicesektorn står för mer än 39 % av energianvändningen i Sverige, varav nästan 60 % av energianvändningen till bostads- och servicesektorn går till uppvärmning (Energimyndigheten, 2010).

Idag är ytterligare åtgärder nödvändiga för att energieffektivisera boendet. Europaparlamentet och EU rådet röstade i april 2010 igenom en skärpning av direktivet 2002/91/EG. Det nya direktivet 2010/31/EU ställer krav på en minskning av växthusgasutsläpp. ”Därför är en minskad energianvändning samt användningen av energi från förnybara energikällor inom bygg- och fastighetssektorn viktiga åtgärder som krävs för att minska unionens energiberoende och dess utsläpp av växthusgaser.” (2010/31/EU (3)). Europaparlamentet och EU rådet anser även att det behövs åtgärder för att öka antalet ”nära-nollenergibyggnader” (2010/31/EU (17)).

EU:s mål att minska energianvändningen ställer krav på svenska insatser. De statliga huvudaktörerna för energianvändningen inom den svenska bostadssektorn är Boverket och Energimyndigheten. Boverket är myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende och de arbetar bland annat med frågor om byggd miljö och har som energipolitiskt mål att skapa en god hushållning med energi i bebyggelsen (Regleringsbrev, 2009). Energimyndigheten ska verka för effektiv och hållbar energianvändning inom olika samhällssektorer. Genom styrning av bostadssektorn har statliga myndigheter som uppgift att realisera de energibesparingsmål som har satts upp. Individuell mätning av energianvändningen i flerbostadshus är ett sätt att minska energianvändningen, och lagstiftning är ett sätt att styra bostadssektorn. Ett exempel är Boverkets Byggregler som ställer krav på byggnaders energianvändning.

¹ I fortsättningen kommer endast individuell mätning att skrivas ut med debitering som underförstått.

1.3 Individuell mätning är en möjlighet

Individuell mätning innebär att energianvändningen för varje lägenhet mäts individuellt. Mätningarna ligger sedan som grund för kostnadsdebiteringen. Konsumenten blir upplyst om sin energianvändning och får samtidigt ett ekonomiskt incitament till ett sparbeteende. Den energi som finns att mäta i en lägenhet är elenergi, värmeenergi, mängden varmvatten och i vissa fall komfortkyla. I flera undersökningar, både i Sverige och internationellt, har individuell mätning av värme visat sig ge energibesparingar på mellan 10-20 % (Berndtsson, 2003; Tenggren, 2003; Boverket, 2006). För individuell mätning av varmvatten är besparingarna ännu större, mellan 15-30 % (ibid.).

Det har gjorts flera olika undersökningar om individuell mätning där merparten handlar om värme. Individuell mätning av värme är komplicerat och mätresultaten är ofta ifrågasatta och därför skrivs det förmodligen också mer om det. Individuell mätning av elenergi och varmvatten är inte lika ifrågasatt, vilket kan bero på betydligt enklare mätmetoder. Det finns två olika mätmetoder för individuell mätning av värmen som båda har en mängd olika för- och nackdelar, vilka Berndtsson (1999) har sammanställt. Denna sammanställning har numera Boverket (2008) uppdaterat. Berndtsson ifrågasätter meningsfullheten och rättvisan med individuell mätning av värmen, men han anser ändå att mätningarna ger en mer rättvis värmekostnadsfördelning än att bara fördela kostnaden efter en schablon (Berndtsson, 1999, sidan 9).

En statlig värmemätning utredning konstaterade svårigheter att få rättvis värmekostnadsfördelning med de då tillgängliga mätmetoderna för individuell värmemätning, samma mätmetoder som används än idag (Bostadsdepartementet, 1983). Dessutom visade utredningen på dålig ekonomisk lönsamhet med värmemätningarna. Installations- och driftskostnaderna blev högre än vinsten för energibesparingen. Utredningen föreslog inte någon lagstiftning om obligatorisk individuell mätning av värmen. Däremot förslags ett obligatorium för individuell varmvattenmätning. Kritik från olika remissinstanser satte stopp för förslaget.

Olika system för att individuellt mäta och debitera värmen och vattnet för varje lägenhet började utvecklas redan för snart hundra år sedan (Kuppler, 1997). I takt med att centralvärmen introducerades i städerna med början på 1920-talet så

uppkom behovet av att fördela kostnaderna för värme och varmvatten mellan hyresgäster i flerbostadshus. Det var främst i Tyskland som utvecklingen av olika mättekniker gick som snabbast. Individuell mätning av värme och varmvatten är lagstadgat i Tyskland sedan 1981 (Bundesministeriums der Justiz, 1981). I Sverige har utveckling inom området inte gått lika snabbt. Det finns ingen kontinuerligt uppdaterad statistik på hur många lägenheter i Sverige som använder sig av individuell mätning, men 2007 uppskattades antalet till ca 29 000 lägenheter (Boverket, 2008) vilket motsvarade cirka 1,2 % av det då totala lägenhetsbeståndet i Sverige. Anledningarna till att utbredningen är liten i Sverige kan vara många. Det är fastighetsägare och boende i flerbostadshus som starkast kan påverka utbredningen. Ett av delmålen med denna studie är att undersöka deras åsikter om individuell mätning av värme och varmvatten.

1.4 Forskningsfrågan

Vilka konsekvenser får införandet av individuell mätning av värme och varmvatten i ett flerbostadshus? Det är en omfattande fråga som måste delas upp i mindre områden. De som bor i flerbostadshus och fastighetsägarna är två olika kategorier av aktörer berörs direkt av införandet av individuell mätning och det är de som ska vara nöja med funktionen och resultatet. Deras åsikter om individuell mätning av värme och varmvatten är väsentliga och deras åsikter ligger som grund för detta arbete.

Fastighetsägaren spelar en viktig roll i utbredningen av individuell mätning och därför är det väsentligt att undersöka vilka motiv och incitament som finns för fastighetsägaren att installera och använda sig av individuell mätning. Det måste även finnas ett samspel mellan fastighetsägaren och boende för att individuell mätning ska fungera som det är tänkt. De boendes incitament och attityder är minst lika väsentliga att undersöka som fastighetsägarnas motiv och incitament. Det är de boende som genom sitt beteende ska bidra till minskningen av energianvändningen.

För att individuell mätning ska fungera och accepteras av både boende och fastighetsägare så måste mätmetoderna fungera på ett tillfredställande sätt. Idag

finns det brister med mätmetoderna för individuell mätning av värmen, vilket kan påverka acceptansen från både boende och fastighetsägare. Mätmetoderna spelar därför en viktig roll i undersökningen.

1.5 Syfte

Avsikten med detta arbete är att öka kunskapen om effekterna av individuell mätning av värme och varmvatten. Mer kunskap behövs om fastighetsägarnas och de boendes incitament för individuell mätning av värmen, för att mätmetoderna ska kunna vidareutvecklas och anpassa på bästa sätt. Det behövs även mer kunskap om för- och nackdelarna med individuell mätning av värme och varmvatten för att kunna utvärdera dess nytta och behov. Med en ökad kunskap finns möjligheten till ett bra samspel mellan fastighetsägare och boende samt att en fastighetsägare kan få råd och hjälp vid ett eventuellt beslut om en installation.

De specifika forskningsmålen är att:

- identifiera attityder hos boende i flerbostadshus och deras incitament för individuell mätning och debitering av värme och varmvatten.
- identifiera motiv och incitament för fastighetsägare att använda individuell mätning och debitering av värme och varmvatten.
- identifiera för- och nackdelar med individuell mätning och debitering av värme och varmvatten som kan påverka samspelet mellan fastighetsägare och boende i flerbostadshus.

1.6 Avgränsningar

Arbetet behandlar individuell mätning av värme och varmvatten, men inte mätning av el-energi och komfortkyla. Individuell mätning av el-energi har funnits i många år i Sverige och är betydligt mera utbredd än individuell mätning av värme och varmvatten. Företeelsen är inte lika ifrågasatt såsom individuell mätning av värme och därför lämnas den utanför här. Komfortkyla är idag inte speciellt vanligt i flerbostadshus i Sverige, vilket gör den ointressant för denna studie.

1.7 Arbetets genomförande

Arbetet påbörjades hösten 2008 med ett uppehåll i arbetet under våren och sommaren 2009. Arbetet inleddes med en litteraturstudie i ämnet samtidigt som de två första undersökningarna påbörjades för att identifiera de boendes attityder och deras incitament för individuell mätning av värme och varmvatten. Ett år senare, i slutet av 2009, genomfördes undersökningen om motiv och incitamenten för fastighetsägare att använda individuell mätning av värme och varmvatten. De genomförda undersökningarna resulterade i två forskningsartiklar som blev accepterade för publicering under våren och sommaren 2010. Artiklarna ligger som grund för licentiatavhandlingen.

Parallellt med forskningsarbetet har författaren medverkat i olika relaterade kurser, seminarier samt även undervisat på Malmö högskola. Ämnena som författaren har undervisat i är installationsteknik, byggnadsmaterial och byggnadsfysik.

1.8 Avhandlingens disposition

Avhandlingen är en sammanläggningsavhandling baserat på två artiklar som har publicerats i två internationella vetenskapliga tidskrifter. Artiklarna redovisas som bilagor. Avhandlingens disposition är följande:

Kapitel 1: I det inledande kapitlet behandlas avhandlingens bakgrund, forskningsfrågan och syftet, liksom avgränsningarna.

Kapitel 2: Metodkapitel som förklarar val av metod och angreppssättet för att lösa forskningsfrågan samt diskussion om validiteten och reliabiliteten i forskningens resultat.

Kapitel 3: En förklaring av uppbyggnaden av systemet för individuell mätning av värme och varmvatten. Vidare presenteras olika för- och nackdelar med de olika mätmetoderna för värmemätning samt en diskussion om vilka konsekvenserna kan bli på grund av för- och nackdelarna.

Kapitel 4: Resultatet från undersökningen om boende i flerbostadshus och deras attityder till och incitament för individuell mätning av värme och varmvatten.

Kapitel 5: Resultatet från undersökningen om vilka incitament som finns för fastighetsägare att installera och använda sig av individuell mätning av värme och varmvatten.

Kapitel 6: Resultaten från de olika undersökningarna ställs mot varandra och en diskussion förs om för- och nackdelarna med individuell mätning av värme och varmvatten och hur de kan påverka samspelet mellan fastighetsägare och boende i flerbostadshus.

Kapitel 7: Analys och slutsatser av de resultat som framkommit i undersökningarna samt en diskussion om behovet av vidare forskning inom området.

Bilagor

Artikel I: ”Individual heat metering and charging of multi-dwelling residential housing” som publicerades i den internationella forskningstidskriften *Structural Survey*, i nummer 3 i juni 2010. Artikeln undersöker attityder hos boende i flerbostads som använder individuell mätning av värme och varmvatten.

Artikel II: ”Incentives for individual metering and charging” som publicerades i den internationella forskningstidskriften *Journal of Facilities Management*, i nummer 4 i oktober 2010. Artikeln undersöker vilka motiv och incitament som finns för en fastighetsägare att använda individuell mätning.

2. Metod

2.1 Introduktion

En metod är ett tillvägagångssätt och ett hjälpmedel som används för att lösa problem och komma fram till ny kunskap. Alla hjälpmedel, vilka som helst, som fyller den funktionen, hör hemma i metodarsenalen (Aubert, 1969). Forskning kräver analys för att finna samband, jämförelser, påståenden och generalisering (Wing & Raftery & Walker, 1998). Forskning är också en läroprocess vars mål är att få kunskap om hur och varför saker är och fungerar som de gör. För att lyckas med detta krävs en lämplig metod. Valet av lämplig metod beror på syftet och målet med forskningen.

Individuell mätning har två olika slutanvändare, de boende och fastighetsägarna. Det är de som dagligen använder och påverkas av mätningarna. Forskningsfrågan i detta arbete handlar till stor del om fastighetsägarnas och de boendes upplevelser och attityder till individuell mätning. Det skapar ett fokus enligt ett sociotekniskt vetenskapligt perspektiv och metoden bör därför fungera i en samhällsvetenskaplig inriktning. Följande grundkrav har ställts på metoden för att ge svar på frågor om faktiska förhållanden (Hellevik, 1980).

- Överensstämmelse med verkligheten som det viktigaste sanningskriteriet
- Systematiskt urval av data
- Att använda data så noggrant som möjligt
- Redovisning av resultat som tillåter kontroll, efterprövning och kritik
- Att försöka göra forskningsverksamheten kumulativ

Genom studier av vad andra har gjort innan oss kan andra forskare ta vid på rätt ställe. De kan sedan knyta samman sina resultat med tidigare forskningsresultat, för att bygga ett sammanhang. Det ställer krav på redovisningen av forskningen, inte bara för kontroll och efterprövning, men även för att andra forskare lättare ska kunna expandera och bygga på tidigare forskning.

2.2 Val av metod

Som princip ska en metod präglas av enkelhet, fruktbarhet och oförutsägbarhet (Kuhn, 1970). Enkelhet - Redskap som används inom en metod ska vara precisa och entydiga. Det behöver inte var mer komplicerat än nödvändigt. Det ska gå att känna igen och isolera orsaksfaktorerna, varje enskild del ska kunna få ett kvantitativ värde, en siffra. Med hjälp av statistik skall vi kunna göra generaliseringar. Fruktbarhet – Metoden ska ge en vidgad förståelse av det vi undersöker. De strukturella ramvillkor och den växelverkan som finns mellan villkoren måste fångas upp (Holme & Solvang, 1997). Oförutsägbarhet – Metoden ska underlätta för fantasi och kreativt tänkande.

Individuell mätning är ett tekniskt system som genom dess teknik skapar olika engagemang hos både boende och fastighetsägare. Ett tekniskt system ställer krav på förståelse av dess funktion och dess konsekvenser. Inte bara de tekniska konsekvenserna utan även de sociologiska. För att ett tekniskt system ska utvecklas och användas på bästa sätt måste forskare, tekniker, sociologer och ekonomer samarbeta (Layton, 1977). Annars finns det en risk att viss information inte vidareförmedlas till användarna och utan den kan det felaktigt uppfattas som allmän kännedom. Slut användaren måste få korrekt information anpassad utefter sina egna förutsättningar (ibid.).

Individuell mätning har två olika slutanvändare, de boende och fastighetsägarna. Ingen av dem har designat eller utvecklat systemet för att individuellt mäta och debitera värme och varmvatten, men de använder systemet tillsammans i olika roller med olika intressen. Det lägger grunden för skapandet av olika sociala fenomen runt mätningarna. En definition av sociologi som passa in i sammanhanget är: ”Sociologi är en vetenskap som försöker förstå meningen i ett socialt handlande och därigenom klargöra orsakerna till dess förlopp och verkningar” (Weber, 1983). Forskning om de fenomen som uppstår i samband med användandet av individuell mätning måste undersökas i dess egen värld och på dess egna villkor. Det sker på ”fältet”, i detta fall hemma hos de boende och på kontoret hos fastighetsägarna. Metoden i arbetet är att studera de fenomen som uppkommer runt individuell mätning av värme och varmvatten. Som redskap har intervjuer och enkäter använts, så kallad kvalitativ och kvantitativ forskning. Både

kvalitativ och kvantitativ data är viktigt för en analys av ett system (Anderson & Johnson, 1997).

Intervjuer och enkäter har använts både för att identifiera attityder till och incitament för individuell mätning av värme och varmvatten hos boende i flerbostadshus, och för att identifiera motiv och incitament för fastighetsägare att installera individuell mätning. 80 intervjuer genomfördes med boende i ett kommunalt bostadsområde i Eslöv, Skåne. Totalt finns det 113 lägenheter i bostadsområdet och urvalet baserades helt på vilka som var hemma under de dagar som intervjuerna genomfördes. Alla intervjuer gjordes hemma i respektive lägenhet. Tiden för intervjuerna varade mellan fem minuter och i några enstaka fall en timme beroende på intresset för frågorna. Den genomsnittliga intervjun varade i tio till femton minuter. Enkäten med de boende genomfördes i ett kommunalt bostadsbolag i Helsingborg, Skåne. 1800 enkäter skickades ut och 692 boende svarade vilket ger en svarsfrekvens på 38 %. Både intervjuerna och enkäten genomfördes under oktober och november 2008.

Enkäten med fastighetsägarna genomfördes via e-post. 26 kommunala fastighetsägare fick enkäten och 23 svarade. Dessutom genomfördes kortare intervjuer med fem ytterligare fastighetsägare. Tre av dem är kommunala och två är privata fastighetsägare. Totalt deltog 28 fastighetsägare i undersökningen. Den största fastighetsägaren i undersökningen äger 30 000 lägenheter, och den minsta äger 890 lägenheter. Ingen av fastighetsägarna i undersökningen genomför mätningar i samtliga lägenheter som de äger, utan endast i vissa utvalda.

2.2.1 Intervjuerna

Att intervjua alla efter samma mall utan flexibilitet är som att ge alla ett par skor i samma storlek. Olika personer uppfattar frågor och information på olika sätt beroende på deras förståelse och uppfattningsförmåga (Galtung, 1967). Forskaren måste försäkra sig om att intervjupersonerna har förstått och att de svarar på de frågor som är väsentliga för undersökningen (ibid.). Men en stor flexibilitet som finns i kvalitativa intervjuer kan också ge problem. Det kan vara svårt att sätta sig in i intervjupersonens upplevelser och situation. Det kan också vara svårt att förstå och följa upp det som intervjupersonen berättar om (Holme & Solvang, 1997). Forskaren måste även vara uppmärksam på att inte påverka

undersökningspersonen under en intervju. Om forskaren överdriver sitt engagemang kan det resultera i att omgivningen påverkas och förändras av forskaren. En sådan påverkan på undersökningspersonen kan också påverka svaren som då blir ogiltiga (ibid.).

Intervjuerna med de boende genomfördes hemma i respektive lägenhet. Innan intervjuerna påbörjades ville flera av intervjupersonerna ställa frågor om författarens åsikter om individuell mätning. Att svara på dessa frågor innan intervjun skulle kunna påverka intervjupersonernas svar. Istället fördes en diskussion om individuell mätning i slutet av intervjun. En diskussion som gav intervjupersonerna en möjlighet till att fritt berätta om sina åsikter. En färdig mall med tydliga frågeställningar användes och frågorna som ställdes under intervjuerna var inte speciellt många eller djupa. Det har minskat flexibiliteten i undersökningen med risken att alla fått ”ett par skor i samma storlek”. Men möjligheten för intervjupersonerna att fritt berätta om sina åsikter i slutet av intervjun har ökat flexibiliteten och motverkar att alla får ett par skor i samma storlek.

2.2.2 Enkäten

Kvantitativa metoder är både användbara och viktiga (Holme & Solvang, 1997). Kvantitativ information går genom dess form att analysera med en mängd olika analystekniker och verktyg, vilket i sig kan vara både roligt och spännande. Men samtidigt får forskaren inte glömma bort vikten av att använda informationen och data så noggrant som möjligt. Kvantitativ metod har under en lång tid ansett vara det enda riktigt vetenskapliga sättet att bedriva samhällsforskning (ibid.). Som argument används bland annat att det som studeras måste kunna räknas, och ”går det inte att räkna så räknas det inte” (Holsti, 1969). Idag är dock medvetenheten större om kvantitativ metod och dess begränsningar (Holme & Solvang, 1997). Det måste finnas en regelbundenhet och struktur i verkligheten för att den ska kunna mätas. Det som mäts eller observeras är dock inte sanningen utan sanningen är det uppmätta plus/minus ett visst fel. För att identifiera storleken på felet måste mätprocessen analyseras noga.

Målet med enkäten var att ta reda på de boendes och fastighetsägarnas åsikter men också fördelningen av åsikterna. En statistiskt säkerställd fördelning av åsikter

kräver ett tillräckligt stort underlag vilket i vissa fall kan vara svårt att genomföra med enbart intervjuer. Möjligheten till att skapa ett stort underlag med en enkät är en styrka som har använts i denna undersökning. 692 boende svarade på enkäten vilket är ett betydande underlag. Men en enkät är inte helt okomplicerad. Forskaren kommunicerar med undersökningsspersonen via ett frågeformulär och det skapar ett visst kommunikationshinder där möjligheten finns att undersökningsspersonen misstolkar frågor (Holme & Solvang, 1997). Forskaren har också en annan förförståelse än undersökningsspersonen och kanske även förutfattade meningar, vilket kan påverka tolkningen av svaren på undersökningen (ibid.). Risken för att undersökningsspersonerna ska ha misstolkat frågorna är förmodligen störst hos undersökning med de boende. De är mindre insatta i ämnet än fastighetsägarna. Fastighetsägarna kan förväntas vara insatta i ämnet då de har tagit ett aktivt beslut att använda sig av individuell mätning.

Det finns en risk att forskaren påverkar undersökningsspersonen med enkäten genom vinklade frågor eller med olika svarsalternativ som kan "inspirera" till ett visst svar. För att inte påverka svaren från fastighetsägarna så ställdes nyckelfrågorna som öppna frågor utan några svarsalternativ.

2.3 Angreppssätt

Individuell mätning har två olika slutanvändare, de boende och fastighetsägarna. Det är de som dagligen använder och påverkas av mätningarna. Vilka är de boendes och fastighetsägarnas motiv, attityder och incitament för individuell mätning? För att kunna svara på den frågställningen måste en undersökning genomföras. En undersökning kan genomföras utefter tre olika synsätt som ligger som grund för undersökningens utformning (Arbnor & Bjerke, 1977).

- Aktörssynsätt
- Systemsynsätt
- Analytiskt synsätt

Aktörssynsättet lämpar sig bra för kvalitativa data och öppnar för en bättre uppfattning om situationen för de boende och fastighetsägarna. Kvalitativa data

och metoder har även styrkan att visa en helhetsbild och öka förståelsen för sociala sammanhang vilket lämpar sig ur ett systemsynsätt (Holme & Solvang, 1997). Individuell mätning skapar olika engagemang hos de boende och fastighetsägarna. De använder systemet tillsammans i olika roller med olika intressen. Det lägger grunden för skapandet av olika sociala fenomen runt mätningarna. Enskilda situationer för boende och fastighetsägare som uppkommit på grund av individuell mätning kan vara mycket intressanta för avhandlingen och därför kan aktörssynsättet vara ett lämpligt utgångsläge. Men förståelsen för de olika sociala fenomenen runt mätningarna är också av intresse vilket kan göra systemsynsättet till ett lämpligt utgångsläge.

Den största enskilda delen i avhandlingen är enkäten med 692 boende. Kvantitativ information är upplagd för att kunna göra statistiska generaliseringar med ett analytiskt synsätt. Med statistiska generaliseringar går det att uttala sig om de boendes uppfattningar och åsikter. Avhandlingen fokuserar på generella åsikter och attityder hos boende och fastighetsägare vilket gör det analytiska synsättet till det mest lämpliga. Men enskilda situationer för boende och fastighetsägare, som framkommit under intervjuerna, är också av intresse och kommer att beaktas. En enkät kan med fördel kompletteras med intervjuer, enkäten ger fyrkantiga svar samtidigt som intervjuerna fyller i luckor. Både kvalitativ och kvantitativ information och data är viktigt för en analys av ett system (Anderson & Johnson, 1997).

2.3.1 Datainsamling

”Överensstämmelse med verkligheten som det viktigaste sanningskriteriet” är den första punkten i Helleviks (1980) lista över grundkrav på en metod som används för samhällsvetenskaplig forskning, som redovisas i kapitel 2.1. Det är svårt att göra ett korrekt urval av boende och fastighetsägare för att samla in tillräcklig och valid data. Urval och tillräcklig data är avgörande för möjligheten till att spegla verkligheten med undersökningen.

”Systematiskt urval av data” är punkt två i Helleviks (1980) lista. För att förhindra att forskaren får just de svar han vill ha måste användningen av empiriska data följa bestämda regler. I en vanlig diskussion där dessa regler inte gäller kan personer använda sig av de exempel som passar bäst för ändamålet och ignorera resten, för

att ”bevisa” just sin åsikt. Men en forskare måste analysera all relevant data och kan inte ignorera det som annars kan stjälpa dennes teori. I de allra flesta fall finns det tre huvudsätt att samla in data: genom observation, intervju och enkät (Hellevik, 1980). I detta fall har två olika undersökningar genomförts. Den ena undersökningen handlar om de boendes attityder och incitament till individuell mätning. Och den andra undersökningen handlar om vilka incitament som finns för en fastighetsägare att använda individuell mätning. Båda undersökningarna har använt sig av två olika datainsamlingar, en intervjuundersökning och en enkät, vilket blir totalt fyra separata datainsamlingar.

2.3.2 Urvalet av boende

Urvalet för intervjuerna gjordes främst efter geografisk tillgänglighet för att underlätta att intervjuerna genomfördes under flera dagar. Totalt genomfördes 80 intervjuer, alla med boende i samma område. Urvalet för enkäten gjordes utefter möjligheten att nå ut till ett förhållandevis stort antal lägenheter med samma fastighetsägare. Fördel med samma fastighetsägare för alla lägenheter där enkäten genomfördes är möjligheten till att kunna jämföra samtliga enkätsvar på samma villkor. Dessutom använder båda fastighetsägarna, för intervjuerna och enkäten, samma mätmetod för individuell mätning av värmen, vilket förenklar ytterligare jämförelsen.

Enkätens utformning baseras på en tidigare enkät (Nordquist, 1999) som genomfördes i två olika flerbostadshus, i samma område som den aktuella enkäten. Flera frågor från ursprungsenkäten som saknar relevans för den här undersökningen har plockats bort. För att få en möjlighet att jämföra vissa delar av de båda undersökningarna så bibehölls enkätens grundstruktur och nyckelfrågor. Den ursprungliga enkäten inkluderade även en del om boendemiljö och hälsa. 1999 när ursprungsenkäten genomfördes hade individuell mätning nyligen införts i området och en fastighet med 94 lägenheter var först ut. Idag har antalet installationer utökats till närliggande fastigheter och enkäten skickades till alla 1800 lägenheter.

2.3.3 Urvalet av fastighetsägare

Urvalet av fastighetsägare var en totalundersökning. Med en totalundersökning blir validiteten högre än om generella slutsatser dras baserade på ett visst urval. Det visade sig vara mycket svårt att identifiera alla små privata fastighetsägare som använder individuell mätning av värme och varmvatten. Urvalet gjordes med hjälp av SABO (Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag) och deras vetskap om vilka fastighetsägare som använder sig av individuell mätning. Enkäten skickades till samtliga dessa fastighetsägare samt ytterligare några fastighetsägare som gick att identifiera via hemsidor på Internet. Den Internetbaserade enkäten skickades till 26 kommunala fastighetsägare och resulterade i 23 svar. Intervjuer genomfördes med tre kommunala fastighetsägare och med två privata. Urvalet blev en majoritet av kommunala fastighetsägare, vilket också speglar verkligheten då det i Sverige är en stor majoritet av kommunala fastighetsägare bland dem som använder individuell mätning (Boverket 2008). Totalt täcker undersökningen ungefär 40 % av alla lägenheter i flerbostadshus i Sverige som använder någon form av individuell mätning av värme och/eller varmvatten. År 2007 fanns individuell mätning installerat i cirka 29 000 av totalt 2,4 miljoner lägenheter i Sverige (ibid.).

2.4 Litteraturstudie

Utgångspunkten för litteraturstudien har varit ELIN (Electronic Library Information Navigator) som är en del av Lunds universitetsbibliotek. Databasen som främst har använts är ETDE World Energy Base (ETDEWEB) som är världens största databas för litteratur om energiforskning och teknologi. Även andra databaser har använts, exempelvis Engineering Village (Elsevier) och ICONDA. ICONDA, the International Construction Database, innehåller referenser till alla möjliga aspekter av planering och byggande. Referenserna inkluderar förutom forskningsrapporter även sammanfattningar av internationella böcker, årsredovisningar och icke-konventionell litteratur. Sökningarna i de olika databaserna gav dock inte så stor skillnad i resultat då de alla har mycket bra bredd och hittar oftast samma artiklar.

Sökningar efter material eller artiklar om individuell mätning av värme eller varmvatten ger dock relativt få träffar. Majoriteten av träffarna kommer från Sverige eller Tyskland, men träffar förekommer även från Kina och forna öststater. Forskningen som bedrivs i Tyskland idag om individuell mätning handlar inte om mätningarnas vara eller inte vara. Tyskland har sedan 1981 individuell mätning av värme och varmvatten reglerat i lagen. Den mätmetod som uteslutande används i Tyskland är mätning av tillförd värme, och där är inte frågan om mätmetoden i sig är den mest lämpliga. Istället handlar forskningen om utveckling av befintlig teknik för att på ett korrekt sätt mäta den tillförda värmen. Mycket av forskningen från Tyskland blir därför inte helt relevant för denna rapport eller för den aktuella frågeställningen i Sverige idag. En frågeställning som handlar om vara eller inte vara, om upplevelsen av rättvisan och nyttan med individuell mätning. Majoriteten av den litteratur som finns från Tyskland är också oftast på tyska och många gånger finns inte ens ett abstract översatt till engelska.

Inom många olika forskningsområden som det skrivs mycket om, och forskningsområden med många olika inriktningar som använder gemensamma termer och uttryck är det viktigt att ”smala av” sökorden på rätt sätt. Då det finns relativt få artiklar om individuell mätning av värme och varmvatten skapas det ett motsatt problem jämfört med att behöva smala av sökorden. Istället är det viktigt att identifiera olika ord eller uttryck som används för samma sak för att inte missa något material. Det finns inget klart definierat standardbegrepp för individuell mätning och debitering vilket gör det lätt att missa artiklar. Det mest förekommande begreppet i engelskan av individuell mätning och debitering är ”individual metering and charging”. I några fall förekommer measuring istället för metering samt billing istället för charging. Ett alternativ för att hitta material är att utgå från de referenser som anges i de rapporter som publicerats av Boverket och Energimyndigheten.

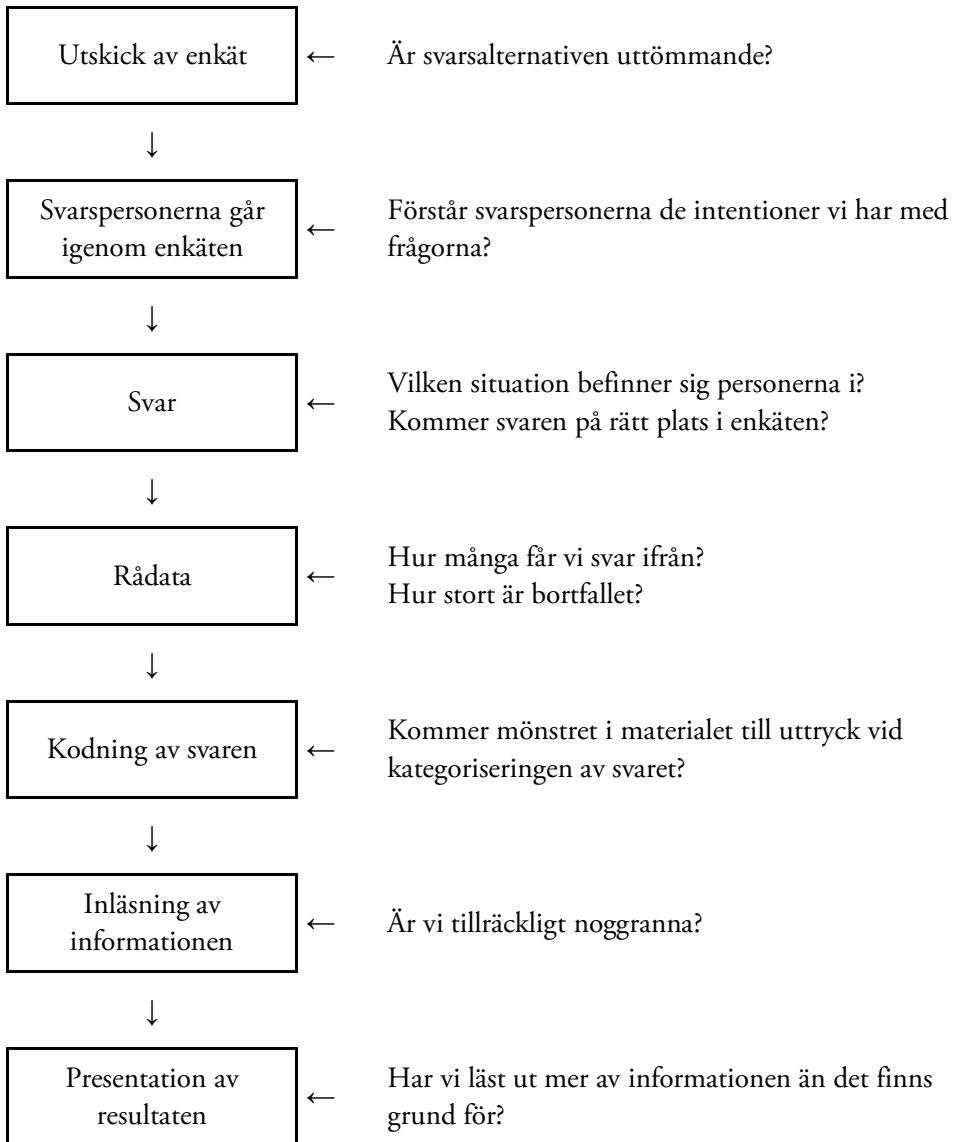
2.5 Reliabilitet och validitet

Forskning är en form av systematisk undersökning, men för att undersökningen ska vara något av värde ställs det krav på reliabilitet och validitet. Holme & Solvang (1997) definierar kort vad reliabilitet och validitet innebär; *”Reliabiliteten bestäms av hur mätningarna utförs och hur noggranna vi är vid bearbetningen av informationen. Validiteten är beroende av vad vi mäter och om detta är utklarat i frågeställningen.”* Det är forskarens uppgift att se till att felen i mätningarna är så få och små som möjligt, så att den kunskap som byggs upp blir så användbar som möjligt. Wing m fl. (1998) menar att den mest användbara kunskapen ska ha så många som möjligt av följande egenskaper:

- betydelsefull
- meningsfull
- detaljrik
- repeterbar
- testbar
- kan vederläggas
- kan generaliseras

En korrekt genomförd kvalitativ metod är bra på att uppfylla de tre första egenskaperna och en korrekt genomförd kvantitativ undersökning kan uppfylla de fyra sista egenskaperna. Samtidigt kan en dåligt genomförd kvantitativ undersökning ändå uppfylla de två sista egenskaperna (ibid.).

Holme & Solvang (1997) har gjort en skiss över olika faktorer (figur 2.1) som kan påverka reliabiliteten och som är relevanta för avhandlingen som delvis är genomförd med en enkät.



Figur 2.1 Några led i forskningsprocessen som kan ge låg reliabilitet (Holme & Solvang, 1997).

Även om undersökningen är noggrant genomförd med hög reliabilitet så behöver inte undersökningen ha hög validitet. Undersökningen måste mäta det som är avsikten att mäta för att vara valid, vilket innebär att frågeställningarna måste vara rätt. Med en bra operationalisering skapas en heltäckande bild av de begrepp som undersökningen behandlar. Som exempel behandlas begreppet *rättvisa* vid individuell mätning. Vad är rättvisa och för vem är det rättvist? Ett exempel på en definition på rättvisa kan vara ”den mängd värme som används är vad som ska ligga som grund för värmekostnaderna” eller ”alla parter är nöjda med värmekostnadsfördelning”. Är ”alla är nöja” en bra operationalisering av rättvisa? Dessa tankesteg måste finnas för att få en bra validitet i undersökningen.

2.6 Analys av undersökningarna

Analysen av de genomförda undersökningarna har resulterat i två forskningsartiklar. Artikel I [Individual heat metering and charging of multi-dwelling residential housing] lägger grunden i avhandlingen för det första forskningsmålet att identifiera attityder hos boende i flerbostadshus och deras incitament för individuell mätning av värme och varmvatten. Artikel II [Incentives for individual metering and charging] lägger grunden för det andra forskningsmålet att identifiera motiv och incitament för fastighetsägare att använda individuell mätning av värme och varmvatten.

Utöver de två första forskningsmålen finns ett tredje forskningsmål att identifiera för- och nackdelar med individuell mätning av värme och varmvatten som kan påverka samspelet mellan fastighetsägare och boende i flerbostadshus. Detta forskningsmål uppnås i avhandlingen genom att ställa artikel I och II mot varandra.

2.7 Slutsats

Avhandlingen genomfördes ur ett analytiskt perspektiv. Den insamlade informationen ligger som grund för kunskapen som byggs upp och de slutsatser som dras. Information är upplagd för att kunna göra statistiska generaliseringar. Validiteten och reliabiliteten hos informationen som samlats in genom intervjuer och enkäter har noggrant granskats utefter de kriterier som tidigare redovisats. I de genomförda undersökningarna är frågeformuleringarna mycket viktiga för att få en hög validitet. Det är dock svårt att bedöma validiteten på svaren från frågan om upplevelse av rättvisa vid individuell mätning. Ordet rättvisa kan betyda många olika saker för olika personer vilket måste beaktas vid analysen av svaren.

En styrka med forskningsarbetet är att både enkäter och intervjuundersökningar genomfördes. Risken fanns annars för en alltför statisk och analytisk bedömning av svaren i enkäten. Ett analytiskt angreppssätt skapar en risk för systemfel då vissa saker undgår forskaren. Med en enkät är det inte helt säkert om den svarande har förstått frågan och om svaret därmed är helt korrekt. Genom intervjuerna skapades möjligheten att bedöma intervjupersonernas reaktioner på frågorna. Det skapade möjligheten att svara på frågorna: Förstår och uppfattar intervjupersonerna frågorna på rätt sätt? och Mäter undersökningen det som ska mätas? Under en intervju finns också möjligheten att förklara och vidareutveckla olika frågor vid behov. Efter en serie intervjuer går det också få en känsla över om någon fråga är felformulerad eller på annat sätt bristfällig. Dessa faktorer är viktiga i arbetet med att säkerställa forskningens överensstämmelse med verkligheten, och framförallt i frågan om upplevelsen av rättvisa vid individuell mätning.

Styrka med både en enkät och en intervjuundersökning är att enkätens reliabilitet förstärks genom likvärdiga svar med intervjuundersökningen, vars urval endast berodde vem som var hemma eller inte. Det argumenterar också emot att endast en viss kategori boende har svarat på enkäten.

Avhandlingens mindre starka punkter är urvalet och svarsfrekvensen. Urvalet till undersökningen om fastighetsägarnas motiv och incitament till individuell mätning var en totalundersökning. Det visade sig dock vara mycket svårt att identifiera alla små privata fastighetsägare som använder individuell mätning. Urvalet resulterade i en majoritet av kommunala fastighetsägare, vilket också speglar verkligheten. Det

är en klar majoritet av kommunala fastighetsägare av de som använder individuell mätning, vilket höjer validiteten i undersökningen. Undersökningen omfattar cirka 40 % av alla fastighetsägare som använder sig av någon form av individuell mätning.

Enkäten med de boende genomfördes i samma område som en tidigare enkät som utfördes år 1999. Då fanns det endast en fastighet i området med 94 lägenheter som använde sig av individuell mätning. Idag finns individuell mätning installerat i 1800 lägenheter i området. Enkäten skickades ut till alla dessa lägenheter, men inget system användes för att kunna identifiera vilka som inte svarat på enkäten, vilket gjorde det omöjligt att skicka en påminnelse till just dessa personer. Med en påminnelse hade det förmodligen gått att få upp svarsfrekvensen. Men med tanke på det faktiska antalet svarande, 692 boende, så är det ändå ett tillräckligt stort underlag för att kunna göra statistiska generaliseringar.

3. Tekniken för individuell mätning

3.1 Olika mätmetoder

Tanken med individuell mätning är att energianvändningen i varje enskild lägenhet ska ligga som grund för den enskildes energikostnad istället för att debiteras efter schablon. Tanken är också att energianvändningen ska minska genom en medvetenhet och ett sparbetende hos de boende. Flera undersökningar visar på minskad energianvändning med upp till 10-20 % för värmen och 15-30 % för varmvatten (Berndtsson, 2003; Tenggren, 2003; Boverket, 2006). Alla boende minskar inte sin energianvändning efter installation av individuell mätning av värmen eftersom mätningarna skapar en valmöjlighet för boende i flerbostadshus att både välja en lägre eller en högre innetemperatur. Men det är väldokumenterat att den genomsnittliga energianvändningen minskar.

Individuell mätning av vattenanvändningen för varje lägenhet är rent tekniskt ganska okomplicerat. Med en flödesmätare på inkommande vattenledning kan mängden vatten som varje enskild lägenhet använder registreras. Individuell mätning av värmeanvändningen är mer komplicerat och det finns tre olika huvudprinciper för att genomföra mätningen (Boverket, 2008, sid. 32).

1. Flödesmätning: flöde och temperatur mäts i lägenhetens radiatorsystem.
2. Radiatormätning: en mätare på varje enskild radiator i lägenheten registrerar mängden avgiven värmeenergi.
3. Temperaturmätning: temperaturgivare registrerar den aktuella temperaturen på speciellt utvalda platser i lägenheten.

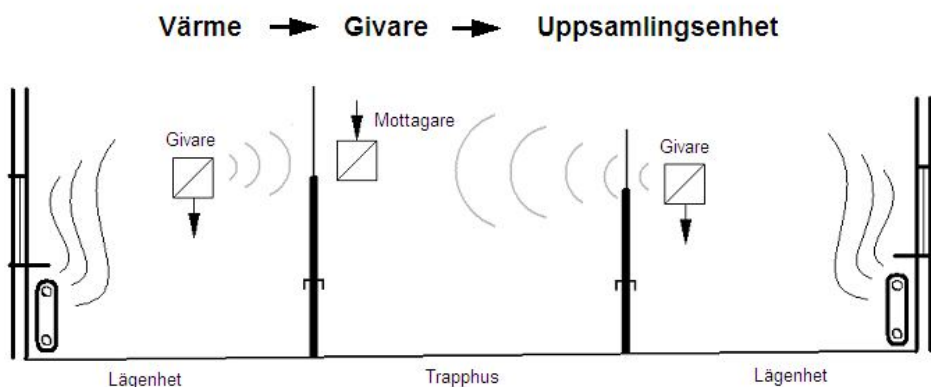
Dessutom finns fjärde alternativ nämligen individuell uppvärmning. Om varje lägenhet är utrustad med en egen värmepanna betalar varje lägenhetsinnehavare för den värme som produceras där. Individuell uppvärmning kan vara en fördel i radhus eller i ägarlägenheter eftersom gemensamma anläggningar och ytor begränsas.

Dessa fyra alternativ av individuell mätning av värmen går att dela in i två olika metodkategorier. Flödesmätning, radiatormätning och individuell uppvärmning innebär alla mätning av *tillförd värme* och kan därför placeras i samma metodkategori. Vid värmekostnadsfördelning efter tillförd värme ingår en viss mängd värmeenergi i hyran. Mängden värmeenergi som ingår baserat på lägenhetens storlek och i vissa fall även på lägenhetens placering i byggnaden.

Temperaturmätning som innebär en värmekostnadsfördelning efter *innetemperatur* är ensam i en metodkategori. Vid värmekostnadsfördelning efter innetemperatur kan de boende exempelvis få välja en innetemperatur mellan är 18-23 grader. Vanligtvis är det 21 grader som ingår i hyran. Är den genomsnittliga uppmätta innetemperaturen lägre än 21 grader reduceras hyran och är den högre än 21 grader blir det en ökad debitering. Är innetemperaturen i en lägenhet för låg för byggnadens bästa kan en straffdebitering bli aktuell.

3.2 Systemets uppbyggnad

För att energianvändningen i varje enskild lägenhet ska kunna ligga som grund för den enskildes energikostnad så krävs ett mätsystem samt en länk för mätdata vidare till ett faktureringsystem. Detta kan ske på lite olika sätt. Figurerna 3.1 och 3.2 illustrerar ett exempel.

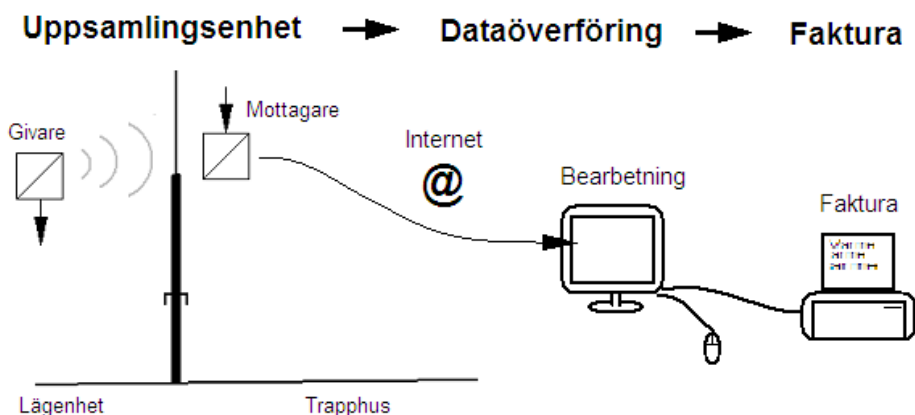


Figur 3.1 Temperaturen i varje lägenhet registreras av en givare som skickar informationen vidare till en mottagare/upsamlingsenhet i trapphuset.

Vid temperaturmätning används temperaturgivare som är utplacerade på strategiska punkter i lägenheten. Givarnas placering har en stor betydelse för den uppmätta temperaturen (Rundberg, 2005). Direkt olämpliga placeringar är i kök och badrum eftersom där förekommer mycket extern värmeproduktion i form av matlagning och dusch/bad. Lämpliga placeringar är istället hall, sovrum och vardagsrum. I rum med fönster är det viktigt att direkt solljus inte kan nå givarna.

Vid radiatormätning sitter givare på samtliga radiatorer i lägenheten som mäter värmeavgivningen. Vid flödesmätning mäts flöde och temperatur på vattnet som cirkulerar i lägenhetens radiatorkrets vilket innebär en energimätning. Det finns även flödesgivare för att mäta mängden kall- och varmvatten som används.

Mätvärden från alla olika typer av givare går att överföra via kabel eller trådlöst till en uppsamlingsenhet/mottagare som exempelvis sitter i trapphuset. Uppsamlingsenheten kan samtidigt samla in mätvärden från flera olika givare i olika lägenheter. Därefter skickas mätvärdena vidare för bearbetning, fakturering och lagring, se figur 3.2.



Figur 3.2 Mottagaren/upsamlingsenheten skickar informationen vidare via internet till en dator, där informationen bearbetas innan en faktura kan skrivas ut.

Uppsamlingsenheten kan lagra givarnas mätvärden under en lång tid. I flera förekommande fall töms uppsamlingsenheten på mätvärden endast en gång per år. I dessa fall sker det manuellt, en person går runt till samtliga uppsamlingsenheter och laddar över mätvärdena till en bärbar dator. Att endast ladda över mätvärden en gång per år är riskfyllt och många månaders mätvärden kan gå förlorat om en uppsamlingsenhet skulle gå sönder. Ett alternativ är att överföra mätvärdena via mobilnätet, kabel-tv nätet eller bredband. Det skapar möjligheten till en mer frekvent överföring vilket också förekommer i flera fall. En av fastighetsägarna i undersökningen överför mätvärden dagligen och erbjuder alla boende att se statistik på sin specifika värme- och varmvattenanvändning via en hemsida.

När fastighetsägaren har alla mätvärden så kan det behöva göras viss bearbetning. Avvikande mätvärden plockas bort. Till exempel vid en större sammankomst kan ett avvikande mätvärde uppkomma vid temperaturmätning. Många personer som samlas på en liten yta kan höja temperaturen i rummet avsevärt vilket skulle kunna ge en hög debitering av värmen på felaktiga grunder. Flera fastighetsägare använder sig av temperaturgivare placerade utomhus. Om det skulle vara varmt ute en tidig vårdag så plockas alla mätvärden bort för denna dag för att undvika en överdebitering om solen har påverkat inomhustemperaturen för mycket. Under årets varmare månader är inte temperaturmätningssystemet aktivt. Vid radiatormätning och flödesmätning kan betydligt större bearbetning av mätvärden behövas. De flesta fastighetsägare i Sverige som använder sig av radiatormätning eller flödesmätning gör korrigeringar beroende på lägenhetens placering i byggnaden. Exempelvis har en gavellägenhet ett större värmebehov än en lägenhet mitt i byggnaden och för att kompensera det större värmebehovet reduceras mätvärdena för gavellägenheten.

3.2.1 Individuell mätning av värmen

Individuell mätning av värmen är inte helt problemfritt. Nedan finns en sammanställning av olika för- och nackdelar som förekommer med de två olika kategorierna för individuell värmemätning, se tabell 3.1 och 3.2 (Berndtsson, 1999; Boverket, 2008).

Värmekostnadsfördelning efter *tillförd värme*

Fördelar	Nackdelar
Mätningarna avser tillförd värme, vilket kan tyckas vara det som skall mätas, om man skall fördela värmekostnader.	Värmeströmmar mellan lägenheter medför att man kan "stjäla värme" från grannar som t.ex. av hälsoskäl behöver ha hög temperatur.
Radiatormätning är möjligt i alla hus med radiatorer.	De boende kan sänka sina uppvärmningskostnader genom att manipulera med ventilationsanläggningen och därmed minska luftväxlingen med risk för hälsoproblem och skador på byggnaden.
Fönstervädring ger högre värmekostnader enbart för dem som vädrar.	Lokala brister i klimatskärmens isolering och täthet drabbar den som bor i lägenheten i form av ökade uppvärmningskostnader. Fastighetsägarens incitament för åtgärder minskar.
Solvärme, hushållsel och annan intern värmeförsel sänker värmekostnaderna.	Korrigerigering av mätvärden för att få en rättvisare värmekostnadsfördelning är svårt att förstå, varför de boendes motiv för att spara värme skulle minska.
Tekniken med värmekostnadsfördelning med radiatormätning är etablerad i Europa och det finns DIN- och CEN-normer för mätutrustningen.	I hus med ventilationssystem med förvärmad tilluft (FT) kan vissa lägenheter få mer värme "gratis" än andra.
Mätning sker av all värmeförsel i hela lägenheten.	Värmemängdsmätning är av ekonomiska skäl endast möjligt vid nybyggnad.

Tabell 3.1: För- och nackdelar med individuell mätning av tillförd värme. Berndtsson (1999, s 46-47) med tillägg av Boverket (2008, s 34-35).

Värmekostnadsfördelning efter *innetemperatur*

Fördelar	Nackdelar
Värmeströmmar mellan lägenheterna medför inte att grannar kan "stjäla värme".	Fönstervädning drabbar hela kollektivet och inte bara den som vädrar.
Det finns inga motiv för de boende att manipulera ventilationsanläggningen.	Solvärme, värme från hushållsapparater och annan intern värmeutveckling höjer rumstemperaturen och kan därför medföra ökade värmekostnader.
Lokala brister i klimatskärmens isolering och täthet drabbar inte den som bor i lägenheten i form av ökade värmekostnader. Fastighetsägaren har intresse av att åtgärda bristerna.	Det finns inga vedertagna normer i Europa för vilka krav som kan ställas på komponenter som används för mätningarna.
Innetemperaturgivarna skulle även kunna användas för styrning av rumstemperatur om en sådan funktion installerades.	Mätningarna sker endast i en del av lägenheten och inte i kök eller badrum.
	I de fall man kompletterar med teknik som gör att man undviker värmeslöseri vid vädning finns risk för högre underhållskostnader.

Tabell 3.2: För- och nackdelar med individuell mätning av innetemperatur. Berndtsson (1999, s 46-47) med tillägg av Boverket (2008, s 34-35).

Vid individuell värmemätning är värmetransporter mellan angränsande lägenheter ett stort problem. På grund av den termiska kopplingen mellan lägenheter "läcker" värme mellan angränsande lägenheter med olika innetemperaturer (Jensen, 1999). Om kostnadsfördelningen sker efter tillförd värme innebär det att grannar kan få gratis värme från en lägenhet med högre innetemperatur. Storleken på gratisvärmens beror på temperaturskillnaden, isoleringen och den angränsande ytan

mellan lägenheterna. Oftast är isoleringen mot värmetransmission dålig mellan angränsande lägenheter. Det beror på att lägenhetsavskiljande väggar ofta består av betong och värmeledningsförmågan för betong är cirka 45 gånger så stor som för mineralull. Lägenhetsavskiljande väggar och innerväggarnas dåliga isolering ger en betydande värmetransmission redan vid ett par graders temperaturskillnad. Det resulterar i svårigheter att hålla en skillnad i temperatur mellan olika rum eller lägenheter (Feist, Schnieders, Dorer & Haas, 2005). En datasimulering gjord i Enorm visar på stora värmeflöden mellan lägenheter i hus med betongväggar (Andersson, 2001). Under vissa förhållanden kan en lägenhet få mer än 95 % av sitt värmebehov från angränsande grannar (ibid.). En komplettering med mineralull kan sänka värmeläckaget men skapar samtidig byggtekniska och ekonomiska konsekvenser.

Utformningen av byggnadens klimatskärm påverkar energianvändningen och en förbättrad eller väl underhållen klimatskärm sänker energianvändningen. Inför system med mätning av tillförd värme minskar incitamenten för fastighetsägaren att åtgärda eventuella brister i klimatskärmen eftersom det är den enskilda lägenheten som drabbas i form av ökade uppvärmningskostnader och inte fastighetsägaren. Till exempel i en enskild lägenhet kan en otät fönsteranslutning eller en köldbrygga i ytterväggen skapa ett större värmebehov och det är den boende som får stå för kostnaden. Vid temperaturmätning är det precis tvärtom eftersom boende bara betalar för sin innetemperatur och inte direkt berörs av bristerna. Däremot kan brister i klimatskärmen påverka den operativa eller upplevda temperaturen. Vid temperaturmätning mäts den faktiska temperaturen, men vid drag upplevs en temperatur som lägre då luft rörelser gör så att kroppen kyls snabbare. Den upplevda temperaturen kan även påverkas genom värmestrålning om omgivande ytor har en lägre temperatur (Pettersson, 2007).

Återvinning av värme från ventilationsluften kan påverka kostnadsdebiteringen med individuell värmemätning genom att lägenheter med en högre innetemperatur bidrar med mer värme till återvinningssystemet än vad grannen gör. Däremot påverkar inte värmepumpar som hämtar värmen utanför byggnaden, exempelvis en bergvärmepump eller solfångare.

3.2.2 Individuell mätning av vatten

Rent tekniskt är individuell mätning av vattenanvändningen för varje lägenhet ganska okomplicerat till skillnad mot värmeanvändningen. Med en flödesmätare går det enkelt att mäta mängden kall- och/eller varmvatten som används i en lägenhet. Till skillnad mot värmen sker det inte någon interaktion mellan angränsande lägenheter på grund av vattenanvändningen. Det som kommer ut genom tappvattenkranen kommer endast den aktuella lägenheten tillgodo, men ingenting är helt problemfritt. Om en stor mängd vatten måste spolras fram ur kranen för att få tillräckligt varmt vatten så får de boende betala för varmvatten som de inte fått vilket ställer krav på väl fungerande varmvattencirkulation i fastigheten. Problemet går att lösa med elektroniska flödesmätare som känner av vattnets temperatur genom en IR-sensor och där räkneverket inte börjar registrera vattenmängden förrän varmvattnet har nått tillräckligt hög temperatur.

3.3 Slutsats

Vid individuell mätning av varmvatten och el-energi är det den mängd som tillförs den enskilda lägenheten som ligger som grund för debiteringen. Ett logiskt resonemang är att debitera för värmen på samma sätt genom att mäta den mängd värmeenergi som tillförs lägenheten. Men värme som tillförs en lägenhet kommer inte endast den specifika lägenheten tillgodo eftersom värmen sprider sig lätt till angränsande lägenheter. Det innebär att grannar kan ”stjäla” värme från varandra. I extrema fall kan en lägenhet få nästan hela sitt värmebehov från grannarna. Det innebär dock inte att värmen blir gratis för vissa boende eftersom det inte är hela kostnaden för värmen som styrs av mätningarna. Gemensamma fasta kostnader för värmen tillkommer också.

Värmetransporter mellan angränsande lägenheter är även ett problem vid mätning av innetemperaturen. En lägenhet med låg innetemperatur kan orsaka att angränsande grannar inte får en tillräckligt hög innetemperatur i deras lägenheter. Det kan även resultera i problem för lägenheten med den lägre innetemperaturen att hålla tillräckligt låg innetemperatur. Att inte kunna få en tillräckligt låg innetemperatur kan innebära en ofrivilligt hög värmekostnad. Men det går att

komma ifrån problemet genom att fastighetsägaren spärrar lägenhetens samtliga termostat vid en överenskommen innetemperatur för att därefter inte debitera något för eventuella övertemperaturer.

Ett ytterligare problem som kan uppstå vid mätning av innetemperaturen är extern värmeproduktion. Det finns flera externa värmekällor i en lägenhet exempelvis solinstrålning, vitvaror, elektronikprylar, bad/duschning samt att personerna som vistas i lägenheten avger värme. Alla dessa externa värmekällor förekommer normalt sätt i alla lägenheter vilket gör att det borde vara lika för alla. Det är först när en extern värmekälla avger onormal mycket värme som det kan bli någon påverkan. Men vid mätning av den tillförda värmen i en lägenhet blir det inga problem med extern värmeproduktion. Då går det istället att dra nytta av den externa värmeproduktionen som ger en minskad värmekostnad.

Okynnesvädring ökar värmekostnaderna vid mätning av den tillförda värmen. Temperaturen sjunker i lägenheten och radiatorerna ökar därför sin värmeavgivning. Vid mätning av innetemperaturen är det tvärtom eftersom en sänkning av innetemperaturen ger en lägre värmekostnad för den enskilda lägenheten, även om sänkningen beror på okynnesvädring. Rent tekniskt skulle det gå att lösa med sensorer som registrerar hur ofta och hur länge ett fönster är öppet för att sedan kunna justera värmekostnaden.

Vid ett lokalt fel eller en brist i byggnadens klimatskärm ökar värmebehovet och därmed värmekostnaden för den enskilda lägenheten vid mätning av tillförd värme. Samtidigt saknas incitament för fastighetsägaren att åtgärda felet eftersom det är den enskilda lägenheten som drabbas med en högre värmekostnad. I flerbostadshus som ägs av bostadsrättsföreningar är det annorlunda eftersom de som bor i huset också äger det. Det borde resultera i en större möjlighet att få felet i klimatskärmen åtgärdad, om felet upptäcks. Ett alternativ för en hyresfastighet kan vara att debitera värmekostnaderna efter innetemperaturen.

4.Attityden hos boende i flerbostadshus

4.1 Inledning

Merparten av alla boende i flerbostadshus vet inte hur stor del av hyran som går till uppvärmning och varmvatten. För de flesta är energi och energianvändning mycket diffusa begrepp och de förstår inte vad 1 kWh är och vad det innebär för dem (Lindstedt & Mårdsjö Blume, 2008). De flesta boende vet inte heller hur mycket energi en apparat använder och om det är lönsamt att satsa på ett energisnålare alternativ (Boverket, 2005). Det är fullt möjligt att påverka energianvändningen i flerbostadshus bara genom information (Henryson m fl. 2000). En ökad medvetenhet kommer motivera konsumenterna till att bli mer energieffektiva (ibid.). För att boende i flerbostadshus ska ha en möjlighet att spara energi är det därför viktigt att upplysa dem om deras konsumtion och om energikostnader (Schou, 1982). Det skapar ett behov av hjälpmedel för att upplysa om den enskildes energianvändning och kostnader.

En hyresavi med ett totalbelopp ger ingen information om hur stor andel av hyran som är för värme och varmvatten. Om en fastighetsägare specificerar dessa kostnader så ökar möjligheten för en energi- och kostnadsmedvetenhet som kan resultera i ett sparbeteende. Men för att energibesparingen ska bli bestående kan inte hela ekonomiska vinsten stanna i fastighetsägarens ficka, de boende måste också få något tillbaka. Fastighetsägaren kan exempelvis erbjuda samtliga boende en hyressänkning som står i relation till den totala gemensamma minskningen av värme- och varmvattenkostnaderna. Det kan anses vara en nackdel eller orättvist om hela kollektivet får del av enskilda personers energibesparingar. Incitamentet blir inte lika starkt med en kollektiv belöning som vid individuell mätning, då den enskilda boende blir belönad för sin egen energibesparing.

Det är inte bara fastighetsägarna som ska motivera de boende till att spara energi. Även de boende ska kunna påverka fastighetsägarna till att utföra energibesparande åtgärder, vilket är en av möjligheterna med ett energicertifikat. Enligt Europaparlamentet och EU rådets direktiv om byggnaders energiprestanda (2002/91/EG) ska alla medlemsländer uppföra ett energicertifikat, även kallad energideklaration, för alla byggnader. Direktivet kom bland annat till för att de boende ska kunna upplysas om energiprestandan för det hus som de bor i. Vid en dåligt energiprestanda är tanken att de ska kunna påverka fastighetsägaren till att utföra energibesparande åtgärder. Men detta inträffar endast i undantagsfall eftersom boende i flerbostadshus inte har några starka incitament för att försöka påverka fastighetsägaren då värme och varmvatten ingår i hyran (Boverket 2009).

4.2 Införande av individuell mätning

Med individuell mätning av värme och varmvatten skapas incitament för boende i flerbostadshus att både spara energi men också att påverka fastighetsägaren till att utföra energibesparande åtgärder. Införande av individuell mätning förändrar förutsättningarna för värme- och varmvattenkostnaderna vilket kan leda till ett missnöje bland de boende. Det kan även bli problem på grund av bristerna med mätmetoderna som finns med värmemätning.

Attityden hos boende i flerbostadshus till individuell mätning diskuteras i Artikel I *Individual heat metering and charging of multi-dwelling residential housing*, se bilaga I. Artikeln är baserad på två undersökningar som båda är genomförda i flerbostadshus som använder mätning av innetemperatur som mätmetod. En kort sammanfattning av undersökningarna följer i resten av detta kapitel. För mer detaljerad information hänvisas till bilaga I.

4.3 Resultatet från undersökningarna

Flera olika frågor ställdes till de boende, men endast fem frågeställningar har valts ut som de mest intressanta/relevanta för avhandlingen.

1. Vilket behov finns för individuell mätning?
2. Hur upplevs rättvisan med mätningarna?
3. Vilken mängd information har ni fått?
4. Har det blivit någon förändring i boendekomfort på grund av mätningarna?
5. Hur viktigt är solidaritet i frågan om värme och varmvatten?

4.3.1 Behovet av individuella mätningar

Det finns ett behov av individuell mätning. Den slutsatsen dras av att majoriteten av alla svarande anser att den som har en högre innetemperatur i lägenheten också ska betala mer i hyra än de som håller en lägre temperatur. Det finns även en förändring av attityden över tid. Antalet positiva till individuell mätning har ökat stort från det att mätningarna installerades till dess att undersökningen genomfördes. De boendes engagemang för miljön spelar en viss roll i attitydförändringen då individuell mätning har visat sig ge sänkt energianvändning.

4.3.2 Brister och rättvisa med mätmetoderna

Det är inte enbart positiva tongångar bland de boende, det finns även ett visst missnöje med individuell mätning. Flera boende anser att mätningarna inte ger en rättvis fördelning av värmekostnaderna och att det inte går att bortse från alla brister med mätmetoderna för värmemätning. Samtidigt visar undersökningarna också på många missförstånd över hur mätningarna fungerar. För de flesta innebär individuell mätning endast några små vita boxar på väggen och de ser inte hela kedjan från innetemperatur till faktura.

4.3.3 Mängden information till de boende

Undersökningarna visar på att de boende anser sig ha fått lite eller ingen information alls om hur individuell mätning fungerar i deras hus. Undersökningen visar även på en liten korrelation mellan bristen på information och missnöjet med individuell mätning. Det är dock endast en liten korrelation och den största

orsaken till missnöjet beror förmodligen på den faktiska omständigheten att mätmetoderna har brister. Brister som gör informationens mängd och utformning ännu viktigare. Information behövs även för att förklara enklare saker som kan tyckas vara självklart för vissa som begreppet 1 kWh och vad det innebär. Information behövs även för att hjälpa boende att räkna ut energianvändningen för en apparat och om det är lönsamt att byta till ett energisnålare alternativ.

4.3.4 Förändring av boendekomforten

Möjligheten till att kunna påverka sin värmekostnad har lett till att var tredje i undersökningarna aktivt har valt en lägre innetemperatur. Men relativt få anser att de har fått sämre boendekomfort sedan mätningarna påbörjades. Det finns ingen korrelation mellan att ha valt en lägre innetemperatur och inställningen till individuell mätning. Annars kunde det vara tänkbart att de som sänkt sin innetemperatur får en lägre boendekomfort och är därmed missnöjda med mätningarna. Det skulle även kunna vara tvärt om att de som sänkt sin innetemperatur och sparar pengar och därmed är de som är mest positivt inställda.

4.3.5 Solidaritet

Solidaritet kan vara att se sitt bostadsområde som en gemenskap delat med de övriga som bor i området och att utan egenintresse verka för gemenskapens bästa. Hyresgästföreningen har tidigare ansett att boende ska acceptera att grannfamiljer med många barn använder mer varmvatten. Det skulle råda solidaritet mellan alla boende i en fastighet och därmed fanns inget behov av individuella mätningar (Berndtsson, 2005). Idag har hyresgästföreningen bytt åsikt och de vill att alla ska ha möjligheten till att kunna påverka sina boendekostnader, även för värme och varmvatten. Några medlemmar i den lokala hyresgästföreningen i området där den ena undersökningen genomfördes vill ha solidaritet i frågan om värme- och varmvattenkostnader, till skillnad mot den allmänna hyresgästföreningen. De anser det viktigt att alla hjälps åt och att ett flerbostadshus kan ses som ett kollektiv där vissa kostnader ska vara gemensamma. En mer kollektiv syn på bostadsområdet kan skapa en ökad gemenskap och umgänge grannar emellan.

4.4 Slutsats

Vid ett införande av individuell mätning är det viktigt att studera användarnas reaktioner för att uppnå bästa funktion och resultat. Om en ny teknik används utan uppföljning av användandet begränsar det funktionen och utvecklingen. Boende i flerbostadshus måste få tillräcklig information om hur individuell mätning fungerar och om hur de kan spara värme och varmvatten.

Utöver behovet av förbättrad information så behöver också mätmetoderna för värmen utvecklas för att missnöjet med mätningarna ska försvinna. Många boende anser att individuell mätning av värmen inte ger en rättvis fördelning av värmekostnaderna vilket kan göra det både svårt och omotiverat att använda mätningarna. Samtidigt skapar individuell mätning en minskning av energi-användningen vilket kanske kan vara motiverande nog? Ytterligare argument för att ändå använda individuell mätning av värmen är att de boende i undersökningen önskar en skillnad i hyra mellan dem som har varmare eller kallare i lägenheten, samt att de anser att valet av innetemperaturen kan påverka miljön.

Ett viktigt konstaterande är att var tredje svarande i undersökningarna har sänkt sin innetemperatur samtidigt som de påstår att boendekomforten inte har försämrats i lägenheterna.

Något som talar emot användandet av individuell mätning är solidaritet inom ett bostadsområde. Ett bostadsområde eller en fastighet kan ses som ett kollektiv som kan skapa en ökad gemenskap och umgänge grannar emellan.

5.Attityden hos fastighetsägare

5.1 Inledning

I Sverige är det fastighetsägaren som tar beslut om att installera individuell mätning av värme och varmvatten eftersom det idag 2010 inte finns någon lag som reglerar användningen. För närvarande är förekomsten av individuell mätning liten i Sverige. 2007 fanns individuell mätning av värme och/eller varmvatten endast i cirka 1,2 % av det totala lägenhetsbeståndet i Sverige (Boverket, 2008). I Europa finns det en handfull länder som reglerat individuell mätning av både värme och varmvatten i lagen, exempelvis Tyskland, Danmark och Österrike. Skillnaden i synen på individuell mätning kan bero på många olika anledningar så som historiska händelser och statliga subventioner men även det faktum att mätmetoderna för värmen är bristfälliga. För att kunna vidareutveckla och anpassa mätmetoderna på bästa sätt är det viktigt att undersöka vilka incitament som finns för en fastighetsägare att använda individuell mätning av värme och varmvatten. Med en ökad kunskap om vilka incitament som finns går det även lättare att utvärdera nyttan och behovet med individuell mätning.

I Artikel II *Incentives for Individual metering and charging*, se bilaga II, diskuteras vilka olika incitament som finns för en fastighetsägare att använda individuell mätning av värme och varmvatten. Artikeln baseras på två undersökningar med totalt 28 fastighetsägare som använder individuell mätning av värme och/eller varmvatten. En kort sammanfattning följer i resten av detta kapitel. För mer detaljerad information hänvisas till bilaga II.

5.2 Resultatet från undersökningarna

Undersökningarna visar på fyra huvudsakliga incitament för fastighetsägare att använda individuell mätning av värme och varmvatten (tabell 5.1) och det incitament som flest fastighetsägare angav är möjligheten till att spara energi och därmed miljön. Några fastighetsägare angav mer än ett incitament.

Antal fastighetsägare	Incitament för individuell mätning
14	Spara energi och därmed miljön
8	Skapa en rättvis fördelning av värme- och varmvattenkostnader
5	Att göra en ekonomisk vinst
5	Testa tekniken, nyfikenhet
2	Annat eller vet ej

Tabell 5.1: Incitament för fastighetsägare att använda individuell mätning.

5.2.1 Spara energi och därmed miljön

Eftersom individuell mätning av värme och varmvatten har visat sig ge energibesparingar på mellan 10-20 % respektive 15-30 % (Berndtsson, 2003; Tenggren, 2003; Boverket, 2006) skapas möjligheten för fastighetsägaren att även spara pengar. Det kan dock vara svårt för en fastighetsägare att motivera användningen av individuell mätning för att enbart spara pengar. Därför är det diskutabelt om en energi- och miljöbesparing bara är ett svepskäl för att istället ange rena ekonomiska incitament. Men ett överlag ökat medvetande om global uppvärmning och ett ökat intresset för miljöfrågor skapar ändå substans i påstående om att en energi- och miljöbesparing är ett riktigt skäl.

5.2.2 En rättvis fördelning av värme- och varmvattenkostnader

Mätmetoderna för individuell mätning av värmen har brister vilket också flera boende är medvetna om och starkt kritiska till. Det förekommer klagomål i varierande grad mellan fastighetsägarna och i några fall är klagomålen så omfattande att de orsakar extra administrativa kostnader. Med tanke på de brister som finns med mätmetoderna så är det diskutabelt om en rättvis fördelning av värmekostnaderna kan vara en primär anledning för en fastighetsägare att individuellt mäta värmen. Men samtidigt är ändå individuell mätning en strävan efter att försöka skapa en rättvis fördelning av kostnaderna. Det är ett steg bort ifrån att alla boende i flerbostadshus ska betala lika mycket oavsett användning av värme och varmvatten.

5.2.3 En ekonomisk vinst

Merparten av fastighetsägarna i undersökningarna har fler lägenheter med individuell mätning av varmvatten än av värme. Dessutom är det några fastighetsägare som enbart använder individuell mätning för varmvatten och inte för värme. Förutom bristerna i mätmetoderna för värmemätning finns ytterligare anledningar till detta. En fastighetsägare specificerade anledningen: ”För att skapa en valmöjlighet för hyresgästerna till en högre temperatur, måste framledningstemperaturen höjas. En sådan höjning kostar mer än energibesparingen med individuell mätning.” Av flera olika skäl är det mindre ekonomiskt lönsamt med individuell mätning av värme än med varmvatten.

5.2.4 Nyfiken på tekniken

Det finns en stor och oförutsägbar variation av fastighetsägarnas intresse för investering i energieffektiviserande åtgärder visar en studie om renoveringen av miljonprogrammet (Högberg, Lind och Grange, 2009). Bakom variationen av intresse kan en variation av nyfikenhet på ny teknik dölja sig. Några av fastighetsägarna i undersökningarna angav att intresset för tekniken spelade en roll i beslutet att använda individuell mätning. Ett intresse som kanske även spelar stor roll i andra beslut om energibesparande åtgärder eller renoveringar.

5.3 Historiska skillnader

Till skillnad mot Tyskland har Sverige inte valt att införa någon reglering i lagen av individuell mätning. Det kan bero på många olika anledningar. Sverige har under många år haft lägre energipriser än i många andra länder samtidigt som byggnadsbeståndet anses vara förhållandevis välisolerat med låg energianvändning som följd (Berndtsson, 2005). Med ett lågt energipris blir det lägre uppvärmningskostnader och incitamenten blir inte lika starka för att spara energi eller införa individuell mätning.

Förmodligen är energipriset inte den enda anledningen till skillnaderna i användning av individuell mätning mellan Sverige och Tyskland. Från mitten på 1800-talet till början på 1900-talet värmdes alla lägenheter upp individuellt med kakelugnar. Under 1920-talet gjorde centralvärme intåg i Europa, och kakelugnen förlorade sin primära funktion (Larsson, 1979). I Tyskland blev centralvärmens intåg en startpunkt för individuell mätning både för värme och för varmvatten (Boverket, 2006). Kuppler (1997) visar i en artikel siffror från försök med individuell mätning redan år 1929. Idag används *mätning av tillförd värme* som uteslutande mätmetod i Tyskland. De mättekniker som dominerar inom metoden är mätning av radiatorvärme och flödesmätning. Mätning av tillförd värme påminner om individuell uppvärmning med kakelugn. Nackdelar med mätning av tillförd värme som exempelvis värmeströmmar mellan angränsande lägenheter fanns redan under kakelugnens tid. Det innebär att förändringen från individuell uppvärmning med kakelugn till centralvärme och individuell mätning inte blev så stor. Acceptansen för individuell mätning är idag stor i Tyskland (Boverket, 2006) och sedan 1981 är individuella mätningar av värme och varmvatten lagstadgade (Bundesministeriums der Justiz, 1981).

Sverige tog en annan väg än Tyskland när centralvärmens infördes. I Sverige infördes två olika system som kom att kallas för inkluderings- och exkluderingsystem (Fritjof, 1951; Zetterberg, 1969). Exkluderingsystemet fungerade med ett bränsletillägg för att kompensera fastighetsägarna för värmekostnaderna. Bränsletillägget baserades på den årliga faktiska kostnaden för att värma upp hela huset. Kostnaden delades sedan upp mellan lägenheterna baserat på boytan. Med inkluderingsystemet var värmekostnaden inkluderad i

hyran och kostnaden baserades på en genomsnittanvändning för det specifika huset under en längre period. Över tid har det blivit vanligast i Sverige med inkluderings-systemet, det vill säga att värmen ingår i hyran.

Det har gjorts tidigare försök med individuell mätning i Sverige. Under 1950- och 60-talen installerades mätare för värme (avdunstningsmätare) och varmvatten i cirka 200 000 lägenheter (Berndtsson, 2005). Staten erbjöd då förmånliga lån för att genomföra installationerna. När dessa förmånliga lån försvann, 1959 för värmemätare och 1964 för varmvattenmätare, så upphörde också installationerna. Mätningarna upphörde också ganska snart därefter då kostnaden för att läsa av mätarna var höga i jämförelse med energikostnaderna (ibid.).

5.4 Ekonomisk lönsamhet

Det är svårt att göra en lönsamhetsanalys för individuell mätning då många olika faktorer påverkar (Boverket, 2008). En minskning av energianvändningen betyder inte att det blir en ekonomisk besparing eftersom det är fler faktorer som påverkar de ekonomiska förutsättningarna så som investeringens storlek, livslängd, kalkylränta, energipriset, storlek på energiminskningen, installationskostnader, driftskostnader och administrativa kostnader. En värmemätningensutredning kom fram till att individuell mätning av värmen inte var ekonomiskt försvarbart (Bostadsdepartementet, 1983). Däremot föreslog utredningen ett obligatorium för mätning av varmvatten som aldrig blev verklighet. Ett sätt att ändå få ekonomisk lönsamhet för fastighetsägaren är genom bidrag. Mellan 2003 och 2008 fanns möjligheten att söka klimatpengar, så kallat klimpbidrag, för att stödja långsiktiga investeringar som minskar växthuseffekten. Klimpbidraget var en möjlighet för fastighetsägaren att få ekonomisk lönsamhet med individuell mätning. Tre kommunala fastighetsbolag fick klimpbidrag mellan 2003 och 2008 för investeringar i individuell mätning av värme och varmvatten, och bidragen var ungefär 25 % av den egna investeringen (Miljöinvesteringsregistret, 2010).

5.5 Slutsats

De två huvudsakliga incitamenten för en fastighetsägare att installera individuell mätning är för att spara energi och därmed miljön, samt att försöka skapa en rättvis fördelning av värme- och varmvattenkostnaderna. Det är starka incitament som fastighetsägarna borde kunna använda för att motivera de boende. Undersökningarna visar på att det finns vissa problem för fastighetsägarna med kritik från de boende på grund av de individuella mätningarna. Kritik som kan kosta extra i administrativa kostnader.

I Sverige finns en lång historia av att ha värme och varmvatten inkluderat i hyran vilket innebär att själva förändringen kan skapa problem vid en övergång till individuell mätning. I Tyskland där mätningarna är lagstadgade sedan 1981 är acceptansen för mätningarna stor trots att samma mätmetoder används som i Sverige. Skillnaden i acceptans kanske beror på historien från tiden när centralvärmen kom.

Den ekonomiska aspekten är också en viktig del i användandet av individuell mätning. Undersökningarna indikerar att det är mer lönsamt att individuellt mäta vattnet än värmen och för några av fastighetsägarna i undersökningarna har det inte heller blivit någon ekonomisk vinst med individuell mätning av värmen. En viktig aspekt i lönsamheten är energipriset eftersom om det är förhållandevis lågt blir också lönsamheten lägre. Ett alternativ är statliga subventioner eller en utveckling av mätmetoderna som ger billigare komponenter och billigare drift.

6.Samspelet mellan fastighetsägare och boende

6.1 Inledning

Europaparlamentet och EU rådet ställer redan idag krav på medlemsländerna att bygga mer energieffektiva byggnader. Senast den 31 december 2020 ska alla nya byggnader vara nära- nollenergibyggnader (2010/31/EU). För att nå en låg energianvändning ställs det inte bara höga krav på byggnadens konstruktion utan också på brukarnas beteende. Det innebär att det inte är tillräckligt med byggnadstekniska åtgärder utan fastighetsägarna måste samarbeta med de boende för att kunna uppnå önskvärda resultat.

Individuell mätning kan ses som ett samarbete eftersom fastighetsägaren ger de boende ekonomiska incitament till att spara energi. Men de boendes ekonomiska incitament blir mindre ju mer energisnål byggnaden är. Däremot är nyttan fortfarande stor med individuell mätning av varmvatten. Fastighetsägarna kan dock inte bara förlita sig på att individuell mätning skapar tillräckligt stort spararbeteende för att klara kraven på nära- nollenergibyggnader. Fastighetsägarna måste stödja de boendes incitament att spara genom tekniska åtgärder såsom att installera snålspolade toaletter och duschar.

6.2 Miljöprofilerat boende

För att klara miljömålen som EU ställer på medlemsländerna så krävs engagemang från både fastighetsägare och boende. För en fastighetsägare kan det innebära energibesparande åtgärder såsom att installera teknisk utrustning för individuell mätning även om det inte alltid ger en direkt ekonomisk vinst för fastighetsägaren. För de boende kan det innebära att ställa krav på fastighetsägaren att göra energibesparande åtgärder. Ett hjälpmedel för att ställa krav på fastighetsägaren är

energicertifikatet som visar byggnadens energiprestanda. Hittills är det bara ett fåtal boende i flerbostadshus som har försökt påverka sin fastighetsägare eftersom inga starka incitament finns för att påverka då värme och varmvatten ingår i hyran (Boverket, 2009).

En energisnål byggnad kan för många vara ett attraktivt boende och då inte för att energisnål kan betyda lägre boendekostnader men för att det innebär ett mindre avtryck på miljön. En energisnål byggnad kan till och med betyda högre boendekostnader på grund av större investeringar.

6.3 Information och kunskap

Fastighetsägarna behöver förbättra informationen till de boende om hur systemet med individuell mätning av värmen fungerar (se artikel I). Många boende upplever att de har fått för lite information samtidigt som fastighetsägarna anser att det har spridit mycket information. Den här motsägelsen kan bero på att individuell mätning av värmen är komplicerad och att det är svårt att förstå hela kedjan av händelser från innetemperatur till faktura. Även begreppet energi kan vara svårt att förstå. Konsumenter har i allmänhet dålig kunskap om produkters energi-användning och producenter som tillverkar energikrävande produkter har heller inget intresse av att upplysa om detta. Det kan medföra att många konsumenter väljer en produkt som är mer energikrävande än vad de skulle göra om de hade tillgång till samma information som producenterna har (Boverket, 2005). Fastighetsägarna vill uppnå en energi- och miljöbesparing (se artikel II). Detta innebär att det borde vara i fastighetsägarens intresse att hjälpa de boende med kunskap om hur det går att spara energi. Fastighetsägarna kan exempelvis hjälpa de boende genom utskick med olika energibesparande tips men också genom tekniska åtgärder såsom att ge de boende möjligheten att följa upp sin egen energi-användning och att göra jämförelser över tid.

6.4 En svensk modell

Det finns idag flera problem relaterade till bristerna med mätmetoderna för individuell mätning av värmen (se artikel I och II). Därför ligger det i fastighetsägarnas och de boendes intresse att förbättra mätmetoderna men de kan inte själva utveckla dem. Däremot kan de ställa krav på tillverkarna av mätsystemen.

En ”svensk modell” för individuell mätning av värmen skulle kunna hjälpa både fastighetsägare och boende genom att exempelvis vägleda vilken mätmetod som är mest lämplig för en viss byggnadstyp. Modellen borde även kunna öka den ekonomiska lönsamheten för fastighetsägare genom riktlinjer om hur individuell mätning ska utföras vilket borde leda till lägre installationskostnader. Hur den ekonomiska vinsten på grund av en energibesparing med individuell mätning ska fördelas mellan fastighetsägare och boende är också en svår men viktig fråga. Fastighetsägaren som har gjort investeringen bör självklart få del av vinsten och de boende som ska spara energi behöver ekonomiska incitament. Att identifiera den exakta energibesparingen på grund av individuell mätning är mycket svårt om inte omöjligt vilket också gör det svårt med en modell för fördelningen av vinsten.

6.5 Slutsats

Det är viktigt att boende i flerbostadshus inte känner att de ska sänka sin energi-användning för att fastighetsägaren ska tjäna pengar. Boende i flerbostadshus behöver ekonomiska incitament för att spara energi men även för att påverka fastighetsägaren till att spara energi. Individuell mätning kan ge boende incitamenten till att både själva spara och för att påverka fastighetsägaren. Men fastighetsägare och boende behöver samarbeta mer för att individuell mätning ska få en effekt på energianvändningen. Det behövs bättre information om hur individuell mätning fungerar och information om hur det går att spara energi. Kanske kan en ”svensk modell” för individuell mätning hjälpa fastighetsägarna och de boende till ett bättre samarbete.

7. Slutsats

7.1 Inledning

I detta avslutande kapitel sammanfattas slutsatser för de specifika mål som sattes upp i början av rapporten. Först presenteras det övergripande målet och de olika delmålen med rapporten. Därefter följer en sammanfattning av slutsatsen för varje enskilt delmål. I slutet av kapitlet diskuteras behovet av vidare forskning.

Det övergripande syftet med arbetet var att öka kunskapen om individuell mätning av värme och varmvatten eftersom mer kunskap behövs om fastighetsägarnas och de boendes incitament för individuell mätning av värmen, för att kunna vidareutveckla och anpassa mätmetoderna på bästa sätt. Det behövs även mer kunskap om för- och nackdelarna med individuell mätning av värme och varmvatten för att kunna utvärdera dess nytta och behov. Med ökad kunskap kan fastighetsägare få råd och hjälp vid ett eventuellt beslut om installation.

De specifika målen som sattes upp med forskningen var att:

1. identifiera attityder hos boende i flerbostadshus och deras incitament för individuell mätning och debitering av värme och varmvatten.
2. identifiera olika incitament för fastighetsägare att använda individuell mätning och debitering av värme och varmvatten.
3. identifiera för- och nackdelar med individuell mätning och debitering av värme och varmvatten som kan påverka samspelet mellan fastighetsägare och boende i flerbostadshus.

Det första delmålet uppnås främst i kapitel 2, 3, 4 och i bilaga I. Det andra delmålet uppnås främst i kapitel 2, 3, 5 och i bilaga II. Delmål tre och uppnås genom diskussioner i samtliga kapitel och i både bilaga I och II.

7.2 Attityder bland boende i flerbostadshus

Europaparlamentet och EU rådet anser att det är nödvändigt att effektivisera slutanvändningen av energi i bostadsbeståndet och antog därför i april 2006 direktivet om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster (2006/32/EC). En effektiv användning av energin innebär bland annat att inte slösa eller använda onödigt mycket energi. Om värme och varmvatten är inbakat i hyran till en fast kostnad finns risken för ett slösaktigt beteende hos boende i flerbostadshus eftersom de varken har incitament för att själva spara energi eller för att påverka fastighetsägaren till att spara energi. Men med individuell mätning kan boende i flerbostadshus få dessa incitament.

En majoritet av de boende i undersökningarna anser att valet av innetemperaturen kan påverka vår miljö. De boende anser även att de som har det varmare i lägenheten också ska betala mer. Det här är två argument som båda talar för ett användande av individuell mätning av värme. Det första argumentet förespråkar miljömedvetet tänkande och det andra argumentet förespråkar kostnadsfördelning baserat på konsumtion och inte efter schablon. Argument gör inte individuell mätning till en självklarhet men mätningarna är ändå i linje med Europaparlamentet och EU rådets direktiv om en effektiv slutanvändning av energi.

Individuell mätning av vattenanvändningen i ett flerbostadshus är rent tekniskt ganska okomplicerat. Men det är betydligt mer komplicerat att individuellt mäta värmeanvändningen för varje lägenhet. Den främsta orsaken för detta är den stora termiska kopplingen mellan angränsande lägenheter vilket orsakar betydande värmetransporter mellan lägenheterna. Dagens mätmetoder brister eftersom de inte tar hänsyn till alla svårigheter som finns med individuell mätning av värmen. Bristerna med mätningarna har skapat kritik från de boende, och det är många boende som anser att den individuella mätningen av värmen i deras lägenheter inte är rättvis. Samtidigt anser många av de boende att det är svårt att förstå hur individuell mätning av värmen fungerar. De anser att de har fått för lite eller för dålig information. Kritiken från de boende beror förmodligen både på bristerna i mätmetoderna och på bristen på information.

En liten andel av de boende i undersökningarna anser att det ska råda solidaritet i deras bostadsområde. De anser att det är viktigt att alla hjälps åt och att ett

flerbostadshus kan ses som ett kollektiv där vissa kostnader ska vara gemensamma. En mer kollektiv syn på bostadsområdet kan skapa en ökad gemenskap och umgänge grannar emellan.

7.3 Fastighetsägares incitament

Skillnaden i användning av individuell mätning av värme och varmvatten är stor mellan länder i Europa. Några länder har till och med lagstiftat om individuell mätning, exempelvis Tyskland och Danmark. I Sverige är användningen mycket liten vilket skapar en viktig fråga: Varför är användningen så liten i Sverige och vilka incitament finns för en fastighetsägare att använda individuell mätning?

Undersökningarna visar bland annat på två starka incitament för en fastighetsägare att använda individuell mätning, möjligheten att spara energi och därmed även miljön samt att skapa en rättvis fördelning av värme- och varmvattenkostnaderna. Liksom de boende förespråkar fastighetsägarna ett miljömedvetet tänkande samt en kostnadsfördelning baserad på konsumtion och inte efter schablon.

Ett tredje incitament för att använda individuell mätning är möjligheten till en ekonomisk vinst för fastighetsägaren. Det finns en stor möjlighet till en ekonomisk vinst med individuell mätning av varmvatten, men med värmen är det svårare. En energibesparing betyder inte alltid en ekonomisk vinst. Sverige har under många år haft ett lägre energipris än i många andra länder samtidigt som byggnadsbeståndet anses vara förhållandevis välisolerat, vilket har resulterat i en dålig lönsamhet med individuell mätning av värmen.

Ytterligare ett incitament för fastighetsägarna i undersökningen att använda individuell mätning har varit deras nyfikenhet på teknik. Ett intresse för energibesparande åtgärder tillsammans med ett intresse för ny teknik kan leda till installation av individuella mätningar.

7.4 Analys av för- och nackdelar

En stor fördel med individuell mätning av värme och varmvatten är möjligheten till en energibesparing vilket både de boende och fastighetsägarna i undersökningarna uppskattar. Förutom energibesparingen finns också möjligheten att spara pengar både för de boende och för fastighetsägarna. För en fastighetsägare är möjligheten till att spara pengar störst med individuell mätning av varmvatten.

Europaparlamentet och EU rådets olika direktiv om en minskad energianvändning förordar bland annat en ökning av antalet energisnåla byggnader. I ett låg- eller nollenergihus minskar de ekonomiska incitamenten för individuell mätning av värmen eftersom energivinsten inte blir så stor, men behovet av individuell mätning försvinner inte helt med ett nollenergihus. Trots sitt namn behöver också ett nollenergihus energi för uppvärmning och det är i stort behov av att brukarna använder all energi sparsamt. Ett högre energipris ökar nyttan med individuell mätning men behovet av individuell mätning av värmen är förmodligen störst i äldre fastigheter med sämre klimatskal, vilket innebär större energivinster.

En stor nackdel med individuell mätning av värme är bristerna med mätmetoderna. Bristerna skapar irritation både bland boende och bland fastighetsägare. Betong som ofta används mellan lägenheter av konstruktionsmässiga skäl (bärighet, akustik och skydd mot brand), har en stor värmeledningsförmåga, vilken är ungefär 45 gånger större än för mineralull. Konsekvensen blir omfattande värmetransporter mellan angränsande lägenheter vilket gör det mycket svårt att urskilja värmeanvändningen och värmebehovet för en enskild lägenhet. Ett sätt att minska värmetransporterna kan vara genom användning av värmeisolerande material i de lägenhetsavskiljande väggarna, men det innebär också byggtekniska och ekonomisk konsekvenser.

Externa värmekällor kan också orsaka problem vid individuell mätning av värme. Externa värmekällor förekommer normalt sätt i alla lägenheter, men när externa värmekällor avger onormalt mycket värme blir resultatet mätvärden som inte speglar de faktiska omständigheterna om mätning av innetemperatur tillämpas. Uppmätt innetemperatur kan också ifrågasättas eftersom den inte är detsamma som upplevd eller operativa temperaturen. Vid mätning av tillförd värme kan de

boende istället dra nytta av den externa värmeproduktionen som då ger en minskad värmekostnad.

Vad väger tyngst, för- eller nackdelarna? Den frågan får varje enskild fastighetsägare svara på tillsammans med de boende. Individuell mätning har funnits i Sverige i liten skala sedan 1950-talet och om fördelarna varit överväldigande skulle förmodligen antalet installationer vara betydligt fler till antalet idag. Att installationerna är fler till antalet i länder som Tyskland och Danmark kan bero på faktorer som subventioner, lagstiftning, energipris och traditioner.

Ska Sverige också lagstifta för användning av individuell mätning och debitering av värmen? Det kan vara svårt att motivera en lagstiftning för boende i flerbostadshus på grund av bristerna i dagens mätmetoder. Det kan även vara svårt att motivera en lagstiftning för fastighetsägarna på grund av att individuell mätning av värmen inte alltid ger en ekonomisk vinst. Lagstiftning om individuell mätning av vatten alternativt endast av varmvatten kan rekommenderas av författaren. Det är relativt okomplicerat att individuell mäta vattenanvändningen och det finns bra möjligheter till en ekonomisk vinst för fastighetsägaren. Undersökningarna visar också på en önskan från de boende om att användningen ska ligga som grund för kostnaden. Individuell mätning är ett steg bort ifrån att alla boende i flerbostadshus betalar lika mycket oavsett användning.

Något som skulle kunna underlätta för en fastighetsägare är en ”svensk modell” för utförandet av individuell mätning av värmen. Med en modell vet fastighetsägaren vad han kan förvänta sig att få och det skapas en enhetlighet. Det kan eventuell skapa lägre installations- och driftskostnader samt en minskad osäkerhet över mätmetoderna. I en modell kan det exempelvis ingå riktlinjer för placering av givare, riktlinjer för bearbetning av mätdata samt eventuellt en modell för fördelning av den ekonomiska vinsten mellan fastighetsägare och de boende. Avsaknaden av en modell kan ses som ett svaghetstecken, som att metoden inte är färdigutvecklad eller att alla inblandade inte är överens.

7.5 Vidare forskning

En viktig fråga är om individuell mätning av värmen är bättre än en kostnadsfördelning efter schablon. Det går förmodligen inte att ge ett generellt svar på den frågan. Många olika faktorer spelar in så som värmetransporter mellan angränsande lägenheter, extern värmeproduktion, upplevelsen av temperatur och val av mätmetod. En lösning kan vara att studera några verkliga fall och göra en bedömning byggnad för byggnad.

De två mätmetoderna som idag används för värmen kan anses vara lite av varandras motsatser. En nackdel med exempelvis mätning av tillförd värme kan i de flesta fallen ses som en fördel vid temperaturmätning, och tvärt om. En kombination av de två mätmetoderna skulle kunna resultera i en mer korrekt värmekostnadsfördelning, där en mjukvara skulle kunna användas för att analysera mätvärdena både för innetemperaturen och för tillförda värmen från radiatorsystemet. Ett sådant mätsystem kräver dock dubbelt arbete med installationer och antalet givare vilket skulle resultera i en högre startkostnad och längre återbetalningstid. Men förhoppningsvis resulterar det också i att både fastighetsägare och boende blir mer nöjda.

Om mätmetoderna behålls i sin nuvarande form så bör alla för- och nackdelar med respektive mätmetod noga analyseras inför varje installation. Varje flerbostadshus är unikt med sina egna förutsättningar för individuell mätning, men samtidigt finns det likheter mellan olika typer av flerbostadshus som kan användas för att dela in dem i olika kategorier. Vidare forskning behövs för att kunna identifiera dessa olika förutsättningar som kan vara avgörande för vilken mätmetod som är mer eller mindre lämplig. Detta kan göras genom ett antal fallstudier, där till exempel flerbostadshus från miljonprogrammet kan vara lämpliga studieobjekt eftersom de har en relativt hög energianvändning och då det finns många hus med liknande konstruktion. Idag pågår omfattande renoveringar av flerbostadshus byggda under miljonprogrammet och det kan vara en ekonomisk fördel att installera individuell mätning och samtidigt som annan renovering sker.

Referenser

Andersson, G. 2001. ”Kv Jankowitz – Individuell värmemätning och inverkan av värmeövergång mellan lägenheter”, *Bengt Dahlgren AB*, Arbetsnummer: 50-8351101. Göteborg.

Andersson, V. and Johnson, L. 1997. “System thinking basics – from concept to casual loops” Waltham, Pegasus Communications Inc.

Arbnor, I. & Bjerke, B. 1977. ”Företagsekonomisk metodlära” *Studentlitteratur*, Lund.

Aubert, V. 1969. ”Det skjulte samfunn”, *Pax*, Oslo.

Berndtsson, L. 1999. ”Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska Flerbostadshus”, *Energimyndigheten*, ER24:1999, Eskilstuna.

Berndtsson, L. 2003, ”Individuell värmemätning i flerbostadshus- en lägesrapport”, *Energimyndigheten*, projektnummer: P11835-2, Eskilstuna.

Berndtsson, L. 2005. ”Individuell mätning av värme och varmvatten i lägenheter”, *Boverket*, projekt 22101/311/5111.

Blomsterberg, Å. 2009. ”Lågenergihus - En studie av olika koncept”, Energi och ByggnadsDesign. Lunds tekniska högskola, Lund.

Bostadsdepartementet, 1983. Värmemätningens utredningen Ds Bo 1983:4, *Bostadsdepartementet*, Stockholm.

Boverket, 2005. ”Piska och Morot, Boverkets utredning om styrmedel för energieffektivisering i byggnader”, *Boverket* september 2005, Karlskrona.

Boverket, 2006. ”Individuell mätning av värmeförbrukning i flerbostadshus i Tyskland- författningar, tekniker och erfarenheter”, ISBN: 91-7147-945-7, *Boverket* april 2006, Karlskrona.

Boverket, 2008. “Individuell mätning och debitering i flerbostadshus”, ISBN: 978-91-86045-24-1, *Boverket* oktober 2008, Karlskrona.

Boverket, 2009. ”Utvärdering av systemet med energideklarationer”, ISBN: 978-91-86342-66-1. *Boverket* december 2009, Karlskrona.

Bundesministeriums der Justiz, 1981. “Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten”. 02.23.1981. Bonn, Tyskland.

Energimyndigheten, 2010. “Energianvändning per sektor“ Nerladdat november 8, 2010 från Energimyndighetens hemsida:

www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Energi-i-Sverige/Energianvandning-per-sektor

Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/91/EG - av den 16 december 2002 “om byggnaders energiprestanda“ *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*, 4.1.2003, Bryssel.

Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/32/EG av den 5 april 2006 “om effektiv slutanvändning av energi och om energitjänster” *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*, 27.4.2006, Bryssel.

Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 ”om byggnaders energiprestanda (omarbetning)” *Europeiska unionens officiella tidning*, 18.6.2010, Bryssel.

Feist, W. & Schnieders, J. & Dorer, V. & Haas, A. 2005. “Re-inventing air heating; Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept” *Energy and Building* volume 37, pp 1186-1203, Elsevier.

Fritjof, L. 1951. “Rättsförhållandet mellan hyresvärd och hyresgäst” *C.W.K. Gleerup*, Lund.

Galtung, J. 1967. "Theory and Methods of Social Research" *Universitetsforlaget*, Oslo, Norge.

Hansson, B. Olander, S. Evertsson, H. 2007. "Begrepp i bygg- och fastighetssektorn" Avdelningen för byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Harvey, L. D. D. 2009. "Reducing energy use in the buildings sector: measures, costs, and examples" *Energy Efficiency* (2009) 2:139–163, DOI 10.1007/s12053-009-9041-2

Hellevik, O. 1980 "Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap" ISBN: 82-00-02451-2, *Universitetsforlaget*, Oslo.

Henryson, J. & Håkansson, T. and Pyrko, J. 2000. "Energy efficiency in buildings through information - Swedish perspective" *Energy Policy*, 28 (2000) 169-180, Elsevier.

Holme, I. & Solvang, B. 1997. "Forskningsmetodik; Om kvalitativa och kvantitativa metoder" Studentlitteratur, Lund.

Holsti, O.R. 1969. "Content Analysis for the Social Sciences and the Humanistics" Addison-Wesley Publishing Co, Massachusetts.

Högberg, L. & Lind, H. and Grange, K. 2009. "Incentives for Improving Energy Efficiency When Renovating Large-Scale Housing Estates: A Case Study of the Swedish Million Homes Programme". *Sustainability* 2009, 1, 1349-1365; doi:10.3390/su1041349.

Jensen, L. 1999. "Utvärdering av Hälsingborgshems system för komfortdebitering", Avdelningen för installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Kuhn, T. 1970. "The Structure of Scientific Revolutions" University of Chicago Press, Chicago.

Kuppler, F. 1997, "Einfluß der verbrauchsabhängigen Abrechnung auf den Heizenergie- sowie Kalt- und Warmwasserverbrauch." *Heizungsjournal*, März 1997, pp.121-124.

Larsson, H. 1979. "Vedeldning genom tiderna", *de tekniska högskolornas energiarbetsgrupp*, Stockholm.

Layton, E. 1977. "Conditions of technological development", *in Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*, I. Spiegel-Rösing and D. de Solla Price, eds. London and Beverly Hills : Sage, pp.197-222.

Lindstedt, I. & Mårdsjö Blume, K. 2008. "Mätaren kom - vad hände? Intervjustudie om kundernas förväntan på de nya elmätarna och deras kunskaper om el och energi." Elforsk rapport 08:76, Elforsk.

Miljöinvesteringsregistret 2010, Naturvårdsverket. Nerladdat september 7, 2010 från Naturvårdsverkets hemsida: <http://klimp.naturvardsverket.se/mir/>

Nordquist, B. 1999. "De boendes inställning till systemet med individuell värmedebitering" Lunds tekniska högskola, institutionen för byggande och arkitektur, Lund.

Pettersson, B-Å. 2007. "Tillämpad Byggnadsfysik", *Studentlitteratur*, ISBN 978-91-44-04886-4.

Regleringsbrev 2009. "Regleringsbrev för budgetåret 2010 avseende Boverket" prop. 2009/10:1, utg.omr. 18, bet. 2009/10:CU1, rskr. 2009/10:159

Rundberg, G. 2005. "Individuell värmedebitering – Från uppstart i kv Grynmalaren till igångsättning i kv Labben", Avdelningen för installationsteknik, Lunds tekniska högskola, Lund. Rapport TVIT—05/7005.

Schou, P. 1982. "Tillämpad experimentell beteendeanalys vid energisparande", Stockholms Universitet, Stockholm.

Tenggren, P. 2003. "Ekonomisk besparing vid fördelningsmätning", Examensarbete vid avd för byggnadsekonomi, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Weber, M. 1983. "Ekonomi och Samhälle; Förståendesociologins grunder" originalets titel; "Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie." ISBN 91 7006 024 X

Zetterberg, H. 1969. "Hyresregleringen" Fjärde omarbetade upplagan. *P A Nordstedt & Söners förlag*, Stockholm.

I



Individual heat metering and charging of multi-dwelling residential housing

Individual heat
metering

207

Simon Siggelsten

Malmö University, Malmö, Sweden, and

Stefan Olander

Construction Management, Lund University, Lund, Sweden

Abstract

Purpose – The purpose of this paper is to look more closely at the residents' attitude to individual heat metering and charging systems (IMC) of multi-family dwellings in residential properties, and to evaluate the tenant's perception of IMC and how it may affect the continued expansion of such systems.

Design/methodology/approach – The research in this paper is based on a questionnaire and interviews with tenants at two municipal housing companies, in Sweden, that currently are using IMC.

Findings – The studies in this paper show certain dissatisfaction with the applied IMC systems. This depends partly on the tenant's perceived lack of knowledge and partly because of the technical shortcomings of the IMC system.

Originality/value – In order to increase the extension of IMC a better understanding is required of how the systems work and why they are used. Information to the tenants needs to be improved and techniques need to be developed to create fairer systems of IMC and thus increase the level of acceptance from both landlords and tenants.

Keywords Heat measurement, Residential property, Tenancy, Sweden

Paper type Research paper

Introduction

All Member States of the European Union are committed to present national action plans for energy end-use efficiency and energy services in accordance with Directive 2006/32/EC (Directive 2006/32/EC, 2006). The action plans will be presented on three occasions during the period 2007-2016. The EC Directive is aimed at any energy consumption within the Community, but since the residential sector accounts for 41 per cent of energy used in Europe (JRC, 2008) any energy efficiencies made in the residential sector are of great importance. There are several eligible measures to improve the energy efficiency of properties in the residential sector such as additional insulation (wall cavities and roof); change to energy efficient windows (double/triple glazing) and efficient heating systems. However, occupants also affect a large proportion of the total energy consumption of residential properties.

Increased environmental awareness, locally and globally, has given much attention to the techniques and strategies of reducing energy use. A tool for working with the residents (end user) to reduce energy use in housing may be individual metering and charging (IMC) of heat and water. IMC is a technique and strategy to get the individual residents of the property to use less water and heat, thus achieving a reduction in total energy use of the property at hand. Surveys made in Germany and Sweden show an



average reduction of the heat consumption of approximately 10-20 per cent and a 15-30 per cent reduction with hot water (Berndtsson, 2003).

Most countries in Europe apply individual metering of water and heating. However, only a handful of them prescribe it for multi-dwelling residential property. For example in Germany it is fixed by law since 1981 (Bundesministeriums der Justiz, 1981), and in Denmark it is prescribed since 1997 for new residential buildings and since 1999 for existing ones (Boligministeriet, 1995). In Sweden there is no regulation in the law and only about 1 per cent of the dwellings have IMC (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008, p.7). A possible reason for not having IMC might be the economic aspects. But a contributing factor may also be the residents' attitude to IMC, which this paper looks more closely at. The purpose of the research presented is to evaluate how tenants in multi-family dwellings perceive IMC and how it may affect the continued expansion of IMC in residential properties.

The technology of individual metering and charging (IMC)

The principal concepts behind IMC are that the tenants in multi-dwelling residential properties only pay for heat used individually, and by changing their behaviour achieving an overall decrease of energy usage. But for a tenant to save energy or money he or she must first be aware of the actual consumption and cost (Schou, 1982). Henryson *et al.* (2000) demonstrate the possibility to cut energy consumption using only information. IMC is a useful tool to create an opportunity for control and awareness of the size of the individual cost of heat and water. All tenants in a property will not lower their consumption, but surveys made in Germany and Sweden show an average reduction of the heat consumption of approximately 10-20 per cent (Berndtsson, 2003). But a prerequisite for a given technology to work in the appropriate manner is that the users understand how it works (Layton, 1977).

It is relatively easy to individually measure the electricity used with an individual electricity meter, as the registered energy is equal to the energy delivered via the cables, with a small margin of error of the meter (Directive 2004/22/EC, 2004). It is also relatively easy to measure cold and hot water with a flow meter mounted on the water piping to each individual flat (*ibid*). Individual metering of heat is more complicated, although there are accurate gauges for measuring heat. Adjacent flats can influence each other and heat leaks between them (Andersson, 2001; Jensen, 1999). The different locations of the flats in the property also create different factors for the need of heating. Factors such as floor, point of the compass, exposure of wind and differences in housing envelope etc. create these different conditions (Kenworthy, 1978). External heat sources such as solar radiation, tea lights and candles, computers, TVs and cooking can also influence the metering system. Therefore, the basic idea of payment for heat actually used is really quite demanding.

Today, three main approaches to individual metering and charging of heat in residential properties are normally used (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008, p. 32).

- (1) flow metering, where flow and temperature of the water circulated in the radiator system is measured;
- (2) radiator metering, where sensors installed on the radiators of the flat measure the emitted heat; and

-
- (3) temperature metering, where temperature sensors register the actual temperatures of certain locations of the flat.

A fourth option is individual heating, where each flat is equipped with its own boiler and thus all are paying for themselves. Individual heating can be appropriate in smaller housing with no common spaces suitable for the installation of a common heating system. Multi-dwelling housings with condominiums can also benefit if the common spaces and equipment required can be reduced.

Flow and radiator metering are similar to each other. Both systems measure the actual energy of heat added to the specific flat. An advantage with these two systems as well as with the individual heating is that the external sources of heat, such as solar radiation, candles, TV, computer and cooking, decrease the costs (Berndtsson, 1999). Another advantage is that window ventilation only increases the cost of heat for the individual who vents (Berndtsson, 1999). The amount of heat transported between the adjacent flats depends on the insulation capacity of the shared wall. Under certain circumstances, up to 95 per cent of the heat requirement for a flat can be received from the neighbour's via heat transport (Andersson, 2001), which is often considered as a major disadvantage of the system. An additional disadvantage are local deficiencies of the building envelope influencing higher costs of heat for the tenant and not the landlord. This also reduces the incentives for the landlord to deal with the deficiencies of the building envelope (Berndtsson, 1999). However this situation is different with condominium dwellings since the residents are also the owners of the property.

Temperature metering measures only the temperature at certain chosen locations in the flat. These temperatures determine the charging for the heat. Temperature metering is not influenced by transport of heat between flats, i.e. received heat from the neighbours. However, transport of heat between adjacent flats can lead to difficulties in maintaining the desired temperature. A tenant desiring 18 degrees (Celsius) living next to a tenant desiring 23 degrees can result in significant transport of heat between the flats, depending on the insulation ability of the shared wall (Andersson, 2001). Also depending on the heat capacity of the radiators, the colder flat will be warmer than 18 degrees and the warmer flat will be colder than 23 degrees, leading to a potential conflict. In contrast to metering of the added heat, external sources of heat will not decrease the cost of heat, but temporarily instead increase the temperature and thus indirectly also the cost of heat (Berndtsson, 1999). However, an eventual local deficiency of the building envelope does not increase the individual's cost of heat and the incentives remain for the landlord to attend to the shortcomings (Berndtsson, 1999).

The system for temperature metering is not active if the outdoor temperature rises beyond a certain level, for the reason of not having external heat influences of the metering. There are further advantages and disadvantages with the IMC systems respectively which are not included in this paper (Berndtsson, 1999; The National Board of Housing, Building and Planning, 2008).

Methodology and objective

Berndtsson (1999) demonstrates several shortcomings with today's measuring techniques available for individual heat metering. These and additional imperfections are also indicated in a report by The National Board of Housing, Building and Planning (2008). They are also investigating whether the individual

metering of water and heat are economically profitable or not for the landlords (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008). However, limited research exists of how the tenants perceive the metering and how they are affected by shortcomings of current metering techniques (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008).

An investigation has been carried out with the intention to explore how tenants perceive and are affected by individual metering of the heat in their flats. In total, 80 interviews were carried out of a total of 113 tenants in Eslöv, Sweden (Case A) with a response rate of 71 per cent. Four tenants did not want to participate in the study for various reasons and the remaining 29 were not home during the three days the interviews were conducted. Each interview was conducted at the home of the tenant. The duration of the interview varied between five minutes and one hour depending on the tenant's interest in the questions. The average interview lasted approximately 15 minutes. A questionnaire was also sent to 1,800 tenants in Helsingborg, Sweden (Case B) with 692 respondents. The response rate for case B is low (38 per cent) and it may be due to several factors. There is a possibility that only those who are discontented answered, or the contrary. However, a comparison between questionnaire responses (case B) and interviews (case A), where the percentage of answers only depended on who was at home or not, demonstrated equivalent answers. This argues against the theory that only one category of tenants have responded. The interviews were carried out in October 2008 and the questionnaire was sent out in November 2008. Landlord A has made use of IMC since 2005 and landlord B since 1997. Both are municipal housing companies.

In Sweden, where the investigation was conducted, IMC is installed in approximately 1 per cent of the total of 2.4 million flats (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008), mainly by the municipal housing companies. There has been an increase of installations in Sweden in recent years because of increased environmental awareness and the development of less expensive and better components.

The individual metering and charging system of the investigated cases

In both cases, the landlords use temperature metering as an individual metering and charging system. Temperature sensors are mounted in all rooms of the flat except the hall, kitchen and bathroom. The reason that no sensor is mounted in the kitchen is that activities such as cooking should affect the temperature metering as little as possible. The idea is the same for the bathroom, i.e. that neither bathing nor showering will influence temperature. Metering is not carried out during the summer when the solar radiation has a big impact on the temperature. Other factors that may affect the metering unfavourably are for example the number of people living in the flat and the amount of electrical appliances used. An individual emits approximately 100W of thermal energy at rest and 400-500W when tidying. The use of household electricity varies widely from case to case, but a study made in Sweden shows an average use of 22 kWh per m² and year (Elforsk, 2008). In theory, this means that the tenants must pay for the energy twice, first the electricity consumed and then for the heat emitted. With malicious ventilation, the tenant is not affected by higher heating costs, but instead it will be cooler in the flat resulting in lower costs. Examples of the benefits of temperature metering are that there is no incentive for tenants to manipulate the ventilation and in that way reduce the heat flow from the flat. It is also not possible to "steal heat" from neighbours by heat transport through the adjacent walls, ceilings and

floors. The injustice of having a flat in an appropriate location of the housing, e.g. on a gable wall, disappears.

Findings

Since both cases indicated equivalent responses some results are a combination of both cases and where the answers differ they are presented individually. In case A, it is almost equal between those who perceive the metering as fair, 43 per cent, and unfair, 45 per cent, whereas slightly less than half of the respondents of case B, 47 per cent, believe that the individual metering are fair, 32 per cent perceive the metering as unfair and 21 per cent have no opinion. At the same time, 64 per cent in both surveys feel that they have received little or no information about how the metering works. There is a small connection between the questions; those who feel they have received little or no information also perceive the metering as unfair to a slightly larger extent (Pearson correlation 0.3). The understanding of the information is not so great among the respondents, 44 per cent believe they have understood nothing or just a bit of the information they received. The interviews in case A show a widespread misunderstanding of how the metering technically operates. The complexity of the metering makes it difficult for a tenant to understand how things fit together. The landlord of case A admits problems with tenants who complain about the IMC system. The landlord of case B admits no such problems.

All respondents were asked if they wanted to have a metering system for the heat when they moved into their flat; or when the system was installed if they already lived in the flat in question. Only 23 per cent desired a metering system for the heat at that time, 40 per cent did not desire it and 37 per cent had no opinion on the matter. Today, the view looks a little different, 70 per cent want some form of heat metering, while 18 per cent want everyone to pay the same amount for heating. A total 34 per cent of all respondents say they have been affected by the metering and have now deliberately a lower indoor temperature in their flats.

Three of the 80 respondents in case A were totally against individual metering and charging for ideological reasons. They based their opinions on the people who live in the same housing belonging to some form of joint collective and therefore they should also equally share the costs related to the property. So if someone used little heat or water, it should be a benefit for all tenants, and if a family has a greater need for heat or water they should be supported by spreading the cost over all the residents.

A local tenants' association of the housing in case A is strongly engaged on the IMC issue and is demanding changes to the metering and charging system.

Discussion

The possibility of reduced energy use in multi-dwelling housings with IMC has already been demonstrated (The National Board of Housing, Building and Planning, 2006), but a reduction in energy use does not necessarily mean a lower overall cost. Economic profitability of individual metering and charging systems depends on others factors such as installation and operating costs (The National Board of Housing, Building and Planning, 2008). The studies in this paper show certain dissatisfaction with the applied IMC systems. This is based partly on the tenant's perceived lack of knowledge but also because of the technical shortcomings of the IMC system. Attitudes can affect the operation of an IMC system and dissatisfied tenants also require additional resources from the property owner's side.

Technology and sociology are separate things that obviously can be combined. For a technique to meet its objective, it should also be used appropriately. A technique can be simple and obvious and the user understands how the technique is meant to be used. Or a technique can be so complex and instruction and training may be necessary for users to understand. It is of great importance to study people's reactions, together with the new technology. Using a device without studying how it is used provides limitations in function and development of the product. As Layton wrote: "What is needed is an understanding of technology from inside, both as a body of knowledge and as a social system. Instead, technology is often treated as a 'black box' whose contents and behaviour may be assumed to be common knowledge" (Layton, 1977, p. 198).

The results of the interviews indicate that many are annoyed with the system of individual metering and charging, but also that many have misunderstood how the system works. While many are annoyed at the IMC system, a majority of tenants perceive that they have received limited information from the landlord about how the system works. The fact that 21 per cent of the respondents of the investigation have no opinion whether the IMC system is fair or not, shows the difficulty in understanding the technique. As the technique advances, a great responsibility falls on the landlord to inform tenants so that the system is used in the way it is meant to with the best possible results. The only thing tenants can see are small white boxes with a wire coming out and disappearing into a wall. They do not see the chain of circumstances affecting the metering results and in turn their heating costs.

Increased efforts to reach out to all concerned with information about the IMC provides a temporary increase in cost but can also result in a reduction in operating costs if the consequence is that the IMC system is used properly and tenant dissatisfaction is reduced. A correctly used IMC system is a precondition for achieving the objectives of the IMC, i.e. reduction in energy use and a fair distribution of heating costs. The difference in the number who perceive it as unfair in case A compared with case B, may depend on the tenants' association engagement in the issue for case A. This shows the importance of involving the tenants from the beginning to avoid conflicts.

It is not only necessary with information to understand how heat metering systems function, but information should also be provided on how tenants can save heat energy. A Swedish study shows the possibility of lowering the consumption of electricity by having only information (Henryson *et al.*, 2000). By studying the habits of the tenants and informing them about electricity saving opportunities, the consumption was reduced in some cases by up to 10 per cent. Examples of measures to save heat energy are more efficient ventilation and to lower the indoor temperature when away.

A majority of the respondents believe that those who have a higher temperature in the flat should pay more than those with lower temperatures, indicating a need for IMC. Something else that indicates a need or desire for some form of IMC is how the tenants' attitudes to IMC have changed over time. In case B, at the time of installation of the IMC system only 23 per cent were positive, but at the time of the survey the figure had increased to as high as 70 per cent. But while it was 70 per cent being positive it was only 47 per cent and 43 per cent (case A and B) respectively who believed the current IMC system was totally fair. So to get away from the annoyance with the IMC there is a need for the development of techniques to get a fairer system. Hypothetically, if there was an IMC system that was entirely fair that does not mean

that it necessarily would be accepted by the tenants. However, it would probably be easier for landlords to justify why IMC is used.

For countries that have or had a high proportion of dwellings with individual heating IMC can be a great opportunity to lower energy costs. A boiler in each flat provides greater operating and maintenance costs than if the property has a central heating system. A conversion of a property from individual heating to central heating also opens the door to alternative heating methods that would otherwise not be possible in the individual flat. District heating is an environmentally friendly and energy efficient system as it is well-adapted as a central source of heat. The central heating system has the disadvantage of heating costs that are common and therefore must be divided between the flat owners respectively. A well-functioning IMC system may be the technical solution to the problem, but at the same time it also creates the problem that all concerned should understand and accept the system. In multi-dwelling housing with condominiums where each individual owner of a flat has to accept the change, the information provided is extremely important. With flat owners not understanding how IMC works or perceiving unfair treatment a system would be doomed to failure. Since flow measurement of heat has many similarities with individual heating, such an IMC system can possibly be justified to the flat owners at a conversion to central heating.

In England, the proportion of homes with central heating has increased from 31 per cent in 1970 to 91 per cent in 2006 (BRE, 2008, p. 38). The move to central heating has led to improved thermal comfort, which means higher indoor temperatures (BRE, 2008, p. 33). An increase in indoor temperature in turn results in higher energy use. To curb the increase in energy use, IMC can be a useful tool. Heating is centrally located but the charge for heat takes place individually just as before the conversion to central heating.

The ability to affect the costs of heat has led to every third tenant in the study having actively chosen to have a lower temperature indoors. This provides some support to previous studies that show a reduction in energy use with the IMC. But there is no correlation between having chosen a lower temperature and the attitude to IMC. Otherwise, a lower temperature might affect the attitude to IMC negatively.

Conclusion

Because installation and maintenance costs are important, projects are not necessarily profitable even if usage of energy is reduced. But a reduced energy use can be a good argument for individual metering and charging of heat. A landlord can be profiled as the owner of environment-friendly or low-impact housing. A large potential with IMC can be seen, reducing the use of energy and thus the impact on the environment as well as the individual's economy. But there is an annoyance among tenants with IMC. The annoyance is based on belief that IMC systems are unfair but also on lack of information. In order to increase the extension of IMC a better understanding of how IMC works and why the system exists is required. Information to the tenants needs to be improved and the technique should be developed for the system to be fairer and thus become more accepted by both landlords and tenants. A decision to install the IMC system is often made by the landlord and the tenant has in many cases simply to accept the change. Further research is needed on how factors like time or regulations can affect the perception of Individual Heat Metering and Charging. In Germany, where the individual heat measurements has been in existence for many years, fixed by

law since 1981, is the acceptance of IMC greater there? And which of the various IMC-techniques is more or less appropriate for different types of buildings?

References

- Andersson, G. (2001), *Kv Jankowitz – Individuell värmemätning och inverkan av värmeövergång mellan lägenheter*, Bengt Dahlgren AB, Arbetsnummer, 50-8351101.
- Berndtsson, L. (1999), *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska Flerbostadshus*, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, ER24:1999.
- Berndtsson, L. (2003), *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, project number, P11835-2.
- Boligministeriet (1995), *Betänkning om obligatorisk individuel måling af forbrugsposter*, Betänkning 1286, København.
- BRE (2008), *Domestic energy factfile 2008 – energy efficiency of the British housing stock*, BRE, Watford.
- Bundesministeriums der Justiz (1981), *Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten*, Bundesministeriums der Justiz, Berlin.
- Directive 2004/22/EC (2004), “Directive 2004/22/EC of the European Parliament and of the Council on measuring instruments”, *Official Journal of the European Union*, 31 March 2004.
- Directive 2006/32/EC (2006), “Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council on measuring instruments”, *Official Journal of the European Union*, 5 April 2006.
- Elforsk (2008), *Energianvändning i flerbostadshus och lokaler – Idag och i nära framtid*, Report no. 08:32, April, Elforsk, Stockholm.
- Henryson, J., Håkansson, T. and Pyrko, J. (2000), “Energy efficiency in buildings through information – Swedish perspective”, *Energy Policy*, Vol. 28 No. 2000, pp. 169-80.
- Jensen, L. (1999), *Utvärdering av Hälsingborgshems system för komfortdebitering*, Avdelningen för installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund, Sweden.
- JRC – Joint Research Centre (2008), European Commission.
- Kenworthy, A.T. (1978), “Climatic exposure and fuel consumption in high rise dwellings”, *Building and Environment*, Vol. 13 No. 3, pp. 167-74.
- Layton, E. (1977), “Conditions of technological development”, in Spiegel-Rosing, I. and de Sola Price, D. (Eds), *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*, Sage, Beverly Hills, CA, pp. 197-222.
- (The) National Board of Housing, Building and Planning (2006), *Individuell mätning av värmeförbrukningen i flerbostadshus i Tyskland*, ISBN: 91-7147-945-7, Boverket, Karlskrona, Sweden.
- (The) National Board of Housing, Building and Planning (2008), *Individuell mätning och debitering i flerbostadshus*, ISBN: 978-91-86045-24-1, Boverket, Karlskrona, Sweden.
- Schou, P. (1982), *Tillämpad experimentell beteendeanalys vid energisparande*, Stockholm University, Sweden, p. 57.

Corresponding author

Simon Siggelsten can be contacted at: Simon.Siggelsten@mah.se



PRACTICE BRIEFING

Incentives for individual metering and charging

Incentives
for metering
and charging

299

Simon Siggelsten

Malmö University, Malmö, Sweden, and

Bengt Hansson

Construction Management, Lund University, Skane, Sweden

Received June 2010
Accepted June 2010

Abstract

Purpose – The purpose of this paper is to look more closely at incentives for a landlord to use individual metering and charging of heat and water. This paper also aims to look at the possible reasons for the differences in use of individual metering and charging between Sweden and Germany.

Design/methodology/approach – The research in this paper is based on a questionnaire and interviews with landlords, in Sweden, using individual metering and charging.

Findings – The two main incentives for the landlords in the survey to use individual metering are the possibility to save energy and the possibility to create a fair allocation of heating cost between tenants. Sweden has a long history of heat and water included in the rent leading to a possibly tougher transition to individual metering.

Originality/value – To see the overall picture and understand the purpose of individual metering is important to avoid conflicts between landlords and tenants. The paper aids this process.

Keywords Energy consumption, Residential property, Sweden, Tenancy, Incentive schemes

Paper type Research paper

Introduction

Individual metering and charging systems are designed to allocate individual costs for heat and water in multi-family dwellings. The main purpose is to achieve fair cost distribution among the tenants based on their actual usage instead of flat sizes basis. In addition, individual metering and charging have shown opportunities to save money and lower environmental impact by reducing the energy use related to heating and water with approximately 10-20 percent (Berndtsson, 2003) and occasionally up to 40 percent (Kuppler, 1997). The European Union puts pressure on the building sector to improve energy performance through the Energy Performance of Buildings Directive (2002/91/EC).

Recently, a handful of countries in Europe have laws or specific rules for the use of individual metering and charging, for example, Germany, Denmark and Austria. For several reasons, this does not apply to Sweden where only 1.2 percent of all flats (year 2007) used some form of individual metering and charging (Boverket, 2008). Some Swedish studies show shortcomings with metering the heat individually in a fair manner (Andersson, 2001; Jensen, 1999), and others show that it is not always economically profitable (Boverket, 2008).

Regarding multi-family dwellings, the landlord decides on any installations of individual metering and charging systems. This study looks closer at a selection of landlords in Sweden who have chosen to install some kind of individual metering and



charging system to see what their incentives are. The study also looks into some historical events which can have affected the incentives in relation to heat and water costs. Furthermore, the study continues to discuss the overall picture and possible reasons for the differences in use of individual metering and charging between Sweden and Germany, where it is fixed by law since 1981 (Bundesministeriums der Justiz, 1981).

The basic idea of individual metering and charging

The basic idea of individual metering and charging (from now on, it will be referred to as individual metering only) in multi-family dwellings is to obtain fair distributions of the costs – tenants paying individually for their actual use of heat and water, i.e. lower indoor temperature and lower heat usage should result in lower costs for the tenant and vice versa. The option for individual preferences (within certain ranges) regarding the indoor temperature is also part of the idea with individual metering. Additionally, it can be a tool to increase the energy cost awareness among tenants and an opportunity to control the usage of heat and water. In general, energy cost awareness can result in some saving behaviours and reduced energy consumption. Not necessarily meaning that all tenants in a dwelling with individual metering will reduce their consumption of heat and water. But some previous studies show large possibilities for reduced energy usage, in an average of 10-20 percent reduction (Berndtsson, 2003) and occasionally up to 40 percent (Kuppler, 1997). Because of installation and operation costs, energy savings do not necessarily link to economical savings (Boverket, 2008).

Recently, three different types of individual metering of heat in multi-family dwellings are normally used (Boverket, 2008, p. 32):

- (1) *flow metering* – measurement of flow and temperature of water circulated in a radiator system;
- (2) *radiator metering* – measurement of emitted heat from radiators through installed sensors; and
- (3) *temperature metering* – measurement of actual temperatures through sensors in certain locations of the flat.

Individual heating is a fourth option, where each flat is equipped with its own boiler and therefore charged individually. Individual heating can be appropriate in smaller dwellings with no common spaces suitable for installation of a common heating system. Multi-family dwellings with condominiums can also benefit if the common spaces and equipments can be reduced.

Shortcomings with individual metering

Some complex shortcomings with individual metering of heat are caused by the interactions between flats in multi-family dwellings; the heat transport through common walls. The temperatures of the neighbours' surrounding flats can result in large varieties of energy use (Andersson, 2001; Jensen, 1999). Also the location in the building can lead to different heating needs, e.g. a flat located in the middle of a dwelling has much less surface of outer walls than a flat on the top floor or at a gable. Other conditions, such as floors, point of the compass, wind exposure and differences in the building envelope, also make differences of heating needs for each flat (Kenworthy, 1978). The building envelope is the landlord's responsibility, but any local defects will burden the individual tenant with a greater need of heat.

Individual metering of water does not have similar problems and shortcomings as of heat. It is possible to accurately measure the individual water usage with a flow meter in the incoming water pipe of each flat. The tenant pays for the actually used water, e.g. coming out of the tap and used by washing machine and dishwasher. In contrast with heat metering, water is not affected by surrounding neighbours' flats.

Additional shortcomings can occur depending on the technique used for individual metering of heat (Berndtsson, 1999; Boverket, 2008). Also, different dwelling structures and conditions can affect the individual metering, e.g. the already-mentioned building envelope, but also the quality of the insulation between the flats and the function and technology of the heating system.

Individual metering of heat can be apprehended as a complex system demanding a certain level of previous knowledge. Complexity and possible shortcomings could raise questions of why using it at all but the approach would be affected by different backgrounds and ways of looking at things. Previous knowledge may have a controlling influence on how new information is adopted (Lindström, 1990). A step towards gaining previous knowledge and creating an overall picture of individual metering is to understand what has already happened, the history.

Some historical events in relation to heat

From mid-nineteenth to early-twentieth century, all flats were heated up individually by its own fireplace and the tile stove had its glory days. But in the 1920s, central heat started to make its entry in Europe and the tiled-stove started to lose its primary function (Larsson, 1979). There were several advantages with central heating sources. For example, the tenants, respectively, did not have to acquire fuel themselves and hot water could be heated centrally and easily distributed throughout the building. With central heat, the cost of heating and hot water was transferred from tenant to landlord which became a problem.

The rental solutions in Sweden became the excluding and the including systems (Fritjof, 1951; Zetterberg, 1969). The excluding system did function with a fuel surcharge to compensate for the increased heating costs for the landlord. The fuel surcharge was based on actual cost for heating up the whole dwelling per annum. The cost was divided equally among the flats, based on flat sizes. The including system with cost of heat and water included in the rent was based on estimated average consumption, over a long period, for the specific dwelling. Over time, the predominant system in Sweden has been the including system.

In Germany, in contrast to Sweden, the central heating became the starting point for individual metering and basic thoughts on how the costs for heating could be distributed (Boverket, 2006). Kuppler (1997) shows figures from attempts with individual metering as early as year 1929. Recently, Germany has two predominant techniques to measure heat usage; a gauge mounted on the incoming heat pipe or gauges mounted on all radiators measuring the actual use of heat in each individual flat. Any disadvantages of heat transport between neighbours' flats and defects on building envelopes existed before introducing central heat and the introduction of individual metering. The conditions are the same today when measuring the actual heat usage for all flats individually as before when all flats were supplying their own heat. The acceptance for individual metering in Germany is large (Boverket, 2006) and since 1981 individual metering of water and heat is fixed by law (Bundesministeriums der Justiz, 1981).

Current research and further opportunities

One advantage with individual metering is the opportunity to reduce the use of energy. But there are several other possibilities, besides individual metering, to achieve reduced energy use in dwellings. Harvey (2009) presents how dwellings dramatically can reduce the energy use with 50-75 percent through energy-efficient systems and by improving the building envelope. Badescu and Sicre (2003) show the possibility to build dwellings and buildings with specific passive house construction designs leading to a tenth of the heat energy consumption compared to similar standard design buildings. The interest in low-energy buildings and energy-efficient systems is increasing worldwide together with the increased awareness of climate impact and ecological footprints, but there is still a long way to go before all landlords will do energy efficiency investments. Högberg *et al.* (2009) show in a study made in Sweden, that there are large and unpredictable variations of landlords' approaches to energy-efficiency investments.

Methodology

A survey was conducted to get a better understanding of the incentives for landlords to introduce and use individual metering. The survey, made in Sweden, was based on an internet questionnaire and interviews approaching landlords who all use some form of individual metering. The questionnaire was sent to 26 municipal landlords resulting in 23 respondents (88 percent). The interviews were made with three municipal and two private landlords. The idea was to do additional interviews, but a certain saturation of the different incentives occurred. With a saturation of incentives, additional interviews do not contribute with any more knowledge (Kvale and Brinkmann, 2009). But with less participating landlords, the percentage dispersion between the incentives becomes more uncertain. The reason for the combination of internet-based questionnaires and interviews was strategic, to get a wider spread of respondents across the country.

The main reason with the questionnaire was to understand the incentives behind why some landlords choose to install individual metering. To not influence their answers with predefined alternatives, an open question was used about the incentive(s). All respondents were also asked such general questions as: "How many years have you used individual metering?"; "In how many flats have you installed individual metering?"; and "Are you informing the tenants how they can save heat and water?"

The study also included a literature survey. The search for individual heat metering resulted in relatively few hits and most of the hits were from Germany and Sweden. In Germany, there are no discussions of the to be or not to be of individual metering, but there are ongoing discussions about various products and technologies related to individual metering. Sweden have several reports because of the ongoing debate about the pros and cons with individual metering.

The majority of landlords using individual metering in Sweden are municipal, while private landlords and condominium associations are greatly underrepresented (Boverket, 2008, p. 10). The municipal landlords in Sweden direct towards the whole population and it is not any kind of social housing in the traditional sense. The survey covered approximately 40 percent of all flats in Sweden with any form of individual metering. In 2007, individual metering systems were installed in approximately 29,000 of a total of 2.4 million flats in Sweden (Boverket, 2008, p. 7). None of the landlords in the survey have individual metering installed in all of their flats but only in flats of some selected properties. The smallest landlord in the survey possesses in total

890 flats and the largest landlord possesses in total 30,000 flats. The summary of the participating landlords is shown in Tables I and II.

Findings

One of the private landlords who participated in the survey was just in the beginning of the process of installing individual metering. Four of the landlords were only using individual metering of water and not of heat. Two of these four had previously used individual metering of heat but discontinued and they are now using individual metering only for the water. Additionally, one landlord has plans on discontinuing the individual metering of heat. They have all given the same reason; that it has not been economically profitable. One of them also declared a more detailed reason: “to fulfil the tenants’ option for higher temperature, an increase of the possible outlet temperature for the heating system was necessary. The increase of the temperature costs more than the savings made with individual metering.”

About 93 percent (26 out of 28) of the landlords answered the question concerning their incentives for using individual metering and charging of water and heat. Some of the respondents answered with more than one incentive. The results are shown in Table III.

None of the landlords have individual metering installed in all of their flats but only in some selected parts of their possessions. And only five landlords have individual heat metering in all of the flats where they also meter the water. This means that 18 landlords do not meter the heat in all flats where they also meter the water, in other words, heat metering is less frequent than water metering in this survey.

Amount (number of flats in possession)	Participants (number of landlords)
<7,500	14
7,500 < 15,000	3
> 15,000	6
Sum	23

Table I.
Landlords who participated in the questionnaire

Amount (number of flats in possession)	Participants (number of landlords)
<7,500	1
7,500 < 15,000	3
> 15,000	1
Sum	5

Table II.
Landlords who participated in the interviews

Landlords	Incentives to use individual metering
14	To save energy and hence the environment
8	To create an equitable allocation of heat and water costs
5	To make an economical profit
5	Just to try out the technique, for curiosity
2	Other or do not know

Table III.
Landlords’ incentives to use individual metering

Three of the five landlords who participated in the interviews, informed about problems with tenants who complain about the individual metering of the heat. The tenants argue that the metering of the heat is not fair. Additionally, one landlord acknowledged occasional complaints of unfair heat metering, but no major issues. The fifth landlord who participated in the interviews was just in the beginning of the process of installing individual metering.

One of the landlords who participated in the interviews chose not to charge for heat and water when using individual metering the first year. This first year was used as a probationary period in order to inform each tenant about their individual consumption profile.

Discussion

By using individual metering, multi-family dwellings have opportunities to reduce the energy use (Berndtsson, 2003; Kuppler, 1997). In Germany, where the starting point for individual metering was in connection with the introduction of central heating, individual metering of water and heat is fixed by law (Boverket, 2006). Historical progress and legislation provides probably the basis for the general acceptance and perception of individual metering among German landlords and tenants. This study does not investigate whether Germany introduced the legislation on the basis of possible energy savings or to achieve fair heat cost allocations. However, the general acceptance and perception of individual metering among landlords and tenants in Sweden and Germany, respectively, will probably differ a lot. Any new technique or procedure should be justified, which can be done in various ways, either because there is something to gain or because there are limited choices. When central heating made entry into cities, conditions for the allocation of heating costs was forced to change. In Germany, landlords chose to meter the heat individually for each flat. This created additional work compared to fixed rates based on flat sizes but landlords in Germany probably wanted to keep similar cost distributions as before central heating made entry into the cities. In Sweden, with the predominant including system – heat and water included in the rent; there is a larger step to introduce and accept individual metering. Especially now with several investigations pointing out possible shortages with the current metering techniques (Berndtsson, 1999; Boverket, 2008). Landlords not only require clear incentives but they also need to convince the tenants. This study demonstrates reasoning for individual metering among Swedish landlords. The survey showed a saturation of the possible incentives that could exist for landlords to begin with individual metering, and thus a possibility for a good overall picture of valid incentives and understanding how landlords in Sweden argue and act. Considering the very limited spread of individual metering among Swedish landlords, the question is whether opportunities exist and if the incentives are perceived moderate only. Maybe, the incentives and opportunities have not even reached out to the landlords.

To save energy and hence the environment

The most popular incentive given by the landlords (14 out of 28) in the survey was the possibility to reduce energy consumption and hence saving the environment. It can be difficult for a landlord to justify an installation of individual metering entirely because of the possibility to make an economic profit. Is an environmental benefit just extra help on the way to motivate tenants to accept individual metering? And can arguments for lowered environmental impact overcome the shortages with

the current metering techniques? These questions can probably only be answered by each individual landlord and tenant. In general, any possible reduction of energy consumption is calculated as a percentage and it has an effect on this incentive for individual metering. Percentage reduction of energy use makes individual metering more profitable for dwellings with initially larger amount of used energy; and less profitable otherwise. Thanks to the increased global awareness of our environmental impact, the desire has increased to build more energy efficient dwellings and to improve the building envelopes of existing dwellings. There are great potentials for improving the energy efficiency of existing buildings and dwellings (Harvey, 2009) and it is also possible to build highly energy efficient buildings and dwellings (Badescu and Sicre, 2003). All in all, this reduces the potential savings with individual metering of heat. The potential savings with individual metering of water is larger, even in low-energy dwellings, because the water usage is affected by the individual tenant and not by such as insulation standard of the dwelling. Reduced saving potentials can lead to reduced interest in individual metering unless there are other strong incentives too.

Individual metering of water but not heat

Four of the landlords in the survey used only individual metering of water. Two of them had previously used individual metering of heat too but had discontinued and further one had plans on discontinuing. Overall, metering of heat is less frequent than of water and only five of the participating landlords had individual metering of heat in all of the flats with metering of water. Maybe, as an effect of shortages related to the heat-metering techniques. Possible complaints from tenants could encounter resistance against increasing the amount of flats with individual metering, particularly of heat. But the cause could also be economical.

To make an economical profit

To fulfil the tenants' option to choose indoor temperature within certain ranges, some landlords might need to increase the possible heating temperature. In combination with other energy saving measures, the effect and economical profit of individual metering of heat could be lowered and for some landlords not economically profitable at all. However, individual metering of water is more profitable, as the survey also indicates.

Incentive – to create a fair allocation of heating costs between tenants

To create fair allocations of the costs for heat and water between tenants is an incentive as eight out of 28 of the participating landlords in the survey wants to achieve. Landlords having fair allocation of heating costs as primary reason for individual metering might have assumed it on uncertain basis considering the shortages with the current available metering techniques.

The shortages related to individual metering of heat could create conflicts between landlords and tenants. Three of the five interviewed landlords indicated occasional problems with tenants who complained about unfair allocations of heating costs. Individual metering of water is not as complicated as of heat and is generally considered to give fair cost allocations. But the perception of fair or unfair allocations of heating costs is not necessarily the same in different countries. In Germany, the development of different metering techniques for heat cost allocation started as early as in the 1920s (Boverket, 2008; Kuppler, 1997). The transition from tiled stoves to central heating had

just started, and heat and hot water was not included in the rent since all tenants have had their own heat sources. It resulted in an easier acceptance among German tenants regarding installations of individual metering systems and generally perceived as fair methods. Water metering is in general easier to accept and justify for all parts because of today's accurate metering techniques.

To facilitate the transition to individual metering avoiding drastic changes, it could be done in smaller steps. First step could be to initially meter the heat just for the sake of information as one of the participating landlords in the survey did. This would give the tenants an insight in their individual consumption of heat and the impact on the rent. The same approach would also be applicable for water metering. The tenants are given some time to adjust the consumption – lowering the risk for a sudden unpleasant rent increase. The landlord could simultaneously provide detailed information to the tenants on how to save energy through lowered heat and water use, which also two-thirds of the landlords in the survey did. Another idea would also be to inform the tenants about the environmental profits they could make.

Individual metering – just for curiosity

Five out of 28 of the landlords indicated that curiosity about technology played a role in the decision to install individual metering. Högberg *et al.* (2009) show in a study made in Sweden, that there is a large and unpredictable variety of landlords' approach to energy efficiency investments. A general curiosity about technology might be a contributing factor to the variable distribution of landlords who have chosen to make energy-saving investments or renovations.

Conclusion

The two main incentives for the landlords in the survey to use individual metering are the possibility to save energy and hence the environment (50 percent) and the possibility to create a fair allocation of heating cost between tenants (29 percent). Sweden has a long history of heat and water included in the rent leading to a possibly tougher transition to individual metering. To see the overall picture and understand the purpose of individual metering is a key to avoid conflicts between landlords and tenants.

As the energy saving of heat is calculated as percentage, the largest opportunities for profitability with individual metering are among dwellings with a currently higher energy use. And the necessity for individual metering is for this reason questioned. Recently, with an increasing number of energy-efficient dwellings and techniques to achieve energy-efficiency, there might not even be a need for individual metering of heat fixed by law, unless the intension with the law would be to create fair allocations of heat costs. It could be a good idea to have a law regarding individual metering of water since the water usage is influenced by the individual tenant only. This study could contribute with knowledge and awareness to those countries discussing regulations for individual metering, such as fixing by law.

References

- Andersson, G. (2001), "Kv Jankowitz – Individuell värmemätning och inverkan av värmeövergång mellan lägenheter", Arbetsnummer: 50-8351101, Bengt Dahlgren AB, Göteborg.
- Badescu, V. and Sicre, B. (2003), "Renewable energy for passive house heating: part 1. Building description", *Energy and Buildings*, Vol. 35, pp. 1077-84.

- Berndtsson, L. (1999), "Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska Flerbostadshus", ER24: 1999, Swedish Energy Agency, Eskilstuna.
- Berndtsson, L. (2003), "Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – en lägesrapport", Project Number: P11835-2, Swedish Energy Agency, Eskilstuna.
- Boverket (2006), *Individuell mätning av värmeförbrukningen i flerbostadshus i Tyskland*, Boverket – National Board of Housing, Building and Planning, Karlskrona.
- Boverket (2008), *Individuell mätning och debitering i flerbostadshus*, Boverket – The National Board of Housing, Building and Planning, Karlskrona.
- Bundesministeriums der Justiz (1981), "Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten", Bundesministeriums der Justiz, Bonn.
- Fritjof, L. (1951), *Rättsförhållandet mellan hyresvärd och hyresgäst*, C.W.K. Gleerup, Lund.
- Harvey, L.D.D. (2009), "Reducing energy use in the buildings sector: measures, costs, and examples", *Energy Efficiency*, Vol. 2, pp. 139-63.
- Högberg, L., Lind, H. and Grange, K. (2009), "Incentives for improving energy efficiency when renovating large-scale housing estates: a case study of the Swedish million homes programme", *Sustainability*, Vol. 1, pp. 1349-65.
- Jensen, L. (1999), "Utvärdering av Hälsingborgshems system för komfortdebitering", Avdelningen för installationsteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lund.
- Kenworthy, A.T. (1978), "Climatic exposure and fuel consumption in high rise dwellings", *Building and Environment*, Vol. 13, pp. 167-74.
- Kuppler, F. (1997), "Einfluß der verbrauchsabhängigen Abrechnung auf den Heizenergie- sowie Kalt- und Warmwasserverbrauch", *Heizungsjournal*, März, pp. 121-4.
- Kvale, S. and Brinkmann, S. (2009), *Den kvalitativa forskningsintervjun*, Andra upplagan, Studentlitteratur, Lund.
- Larsson, H. (1979), *Vedledning genom tiderna*, de tekniska högskolornas energi arbetsgrupp, Stockholm.
- Lindström, J. (1990), "Tillämpad Hermeneutik", Rapport nr. 157, Institutionen för vetenskapsteori, Göteborgs universitet, Gothenburg.
- Zetterberg, H. (1969), *Hyresregleringen*, Fjärde omarbetade upplagan, P. A. Nordstedt & Söners förlag, Stockholm.

Further reading

- Boverket (2009), *Utvärdering av systemet med energideklarationer*, Boverket – The National Board of Housing, Building and Planning, Karlskrona.

Corresponding author

Simon Siggelsten can be contacted at: simon.siggelsten@mah.se