

Problem och möjligheter med individuell mätning och debitering av värme i flerbostadshus.

Göran Svensson

2012-09-11

Förord

Denna rapport är framtagen på uppdrag av BeBo. En styrgrupp med representanter från SABO, Fastighetsägarna och Hyresgästföreningen har medverkat i arbetet. För innehållet i rapporten ansvar dock endast författaren.

Avsnitten om Danmark och Tyskland har som främsta källa Niklas Abrahamssons arbete *Individuell debitering av värme i flerbostadshus*, som har samma beställare.

Haninge i september 2012.

Sammanfattning

Av den använda energin i Sverige går 15 % till värme och varmvatten till våra 4,5 miljoner bostäder. Dominerande uppvärmningsform av de 2,5 miljonerna lägenheterna i flerbostadshus är fjärrvärme vilket ger låga utsläpp av växthusgaser.

IMD står för individuell mätning och debitering. Det innebär att den energi som tillförs en lägenhet via radiatorer eller annan värmekälla mäts och debiteras hyresgästen. Alternativt mäts temperaturen i lägenheten till grund för debiteringen.

Det är få bostäder i flerbostadshus som har IMD-värme i Sverige. I Danmark och Tyskland är förhållandet det motsatta. I nyproduktion och vid större ombyggnader är det däremot inte ovanligt med IMD-värme även i Sverige .

Den vanligaste metoden för debitering i Sverige är att mäta lägenhetstemperaturen. Metoden kallas ofta komfortvärme.

I Danmark och Tyskland sker mätning endast genom att mäta den till lägenheten via radiatorer tillförda energin eller den värme som radiatorerna avger.

Motiven till att införa IMD varierar. Mindre klimatpåverkan, mindre energiförbrukning, minskade kostnader är angelägna mål utifrån ekonomi och växthuseffekten. Ett annat motiv är att varje hyresgäst ska betala för värmen för sin lägenhet.

Värmevandringen mellan lägenheter gör att två intilliggande lägenheter inte kan ha vitt skilda temperaturer. Problemet är väl beskrivet i en rad studier. Värmevandringen gör att alla lägenheter i varierande grad får sin uppvärmning från grannlägenheter eller avger värme till grannlägenheter. Detta är ett grundproblem för IMD.

Det finns regler för vilken energiprestanda som en lägenhet ska ha. Energiprestandan kan dock skilja sig avsevärt mellan de enskilda lägenheterna i en byggnad.

Det är oklart hur mycket debitering av värme kan sänka värmeförbrukningen och vad som kan bero på andra åtgärder som föregår debiteringen.

Innehåll

1	Inledning	6
2	Statistik, energi för uppvärmning och varmvatten	6
2.1	Uppvärmningsätt i flerbostadshus	7
3	Fastigheters och lägenheters energiprestanda	8
3.1	A-temp.	8
3.2	BOA 8	
3.3	Energiåtgång för uppvärmning och varmvatten i bostäder 2010	8
3.4	Fördelning mellan värme och varmvatten.....	9
3.5	Var tar värmen vägen.....	9
4	Socialstyrelsen krav på värme i bostäder	10
5	Motiv som anges för IMD-värme.	10
5.1	Minskade utsläpp av växthusgaser	10
5.2	Minskad energianvändning.....	10
5.3	Minskade kostnader för hyresvärd	11
5.4	Minskade kostnader för hyresgäst	11
5.5	Var och en betalar för sin energiförbrukning	11
6	Omfattningen av IMD.	11
7	IMD och kallhyra	12
7.1	IMD och hyra.....	12
8	Incitamenten för att minska energiförbrukningen vid IMD.....	13
8.1	Den boendes incitament vid IMD	13
8.2	Hyresvärdens incitament vid IMD.....	14
9	Värmevandring mellan lägenheter.	14
10	Mätmetoder	15
10.1	Temperaturmätning - komfortmätning	15
10.2	Flödesmätning av tillförd värme från värmesystem.....	16
10.3	Tillförd värme från radiator.	16
11	För och nackdelar med mätmetoderna för IMD.....	17
11.1	Vädring.....	17
11.2	Vald inomhustemperatur.....	18
11.3	Lägenhetens energiprestanda	19

11.4 Ventilation.....	20
12 Boendes påverkan på värmeförbrukningen enligt Sveby.....	20
12.1 Inomhustemperatur.....	20
12.2 Vädring.....	21
12.3 Hushållsel.....	21
12.4 Personvärme.....	22
12.5 Övrig påverkan från hushållen.....	22
13 Kostnader IMD-värme.....	22
14 Debitering av hyresgästen.....	23
14.1 Temperaturmätning - Komfortmetoden.....	23
14.2 Mätning tillförd värme.....	23
15 Kontroll av uppmätta värden inför debitering.....	24
16 Minskad energiförbrukning vid IMD-värme.....	24
17 IMD i Tyskland.....	25
17.1 Uppvärmningssätt för bostadsbeståndet i Tyskland 2005.....	26
18 IMD i Danmark.....	26
18.1 Uppvärmningssätt för bostadsbeståndet i Danmark 2006.....	27
19 Slutsatser.....	28
20 Litteraturförteckning.....	29

1 Inledning

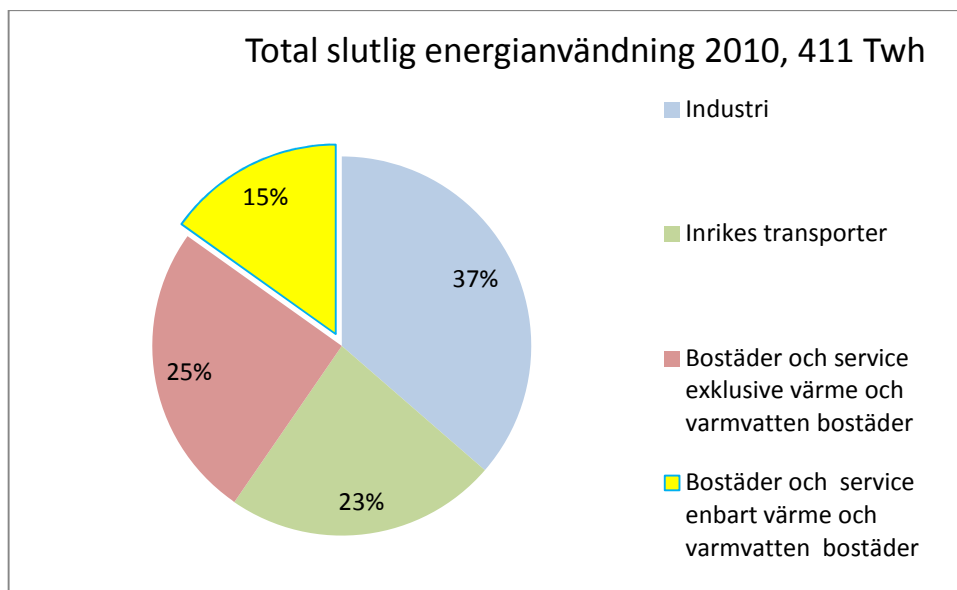
Syftet med rapporten är att ge en allmän bild av IMD-värme utifrån de rapporter som skrivits i ämnet. Kompletterande intervjuer har gjorts med såväl kommunala som privata fastighetsägare. De undersökningar och referenser som ligger till grund för rapporten är i huvudsak gjorda i befintlig bebyggelse och nyproduktion som följer Boverkets krav på energiprestanda 2011 och tidigare. Fastigheter som är byggda eller ombyggda med betydligt lägre energiförbrukning har antagligen andra tekniska och ekonomiska förutsättningar för IMD-värme.

Rapporten har fokus på motiven för att införa IMD och de svårigheter det innebär mäta och bedöma hur mycket av en lägenhets energiförbrukning som beror på hyresgästens val och beteende och vad som är styrt av lägenhetens prestanda. Någon beskrivning av de tekniska systemen för mätning eller överföring av data finns inte i rapporten. Jag hänvisar istället till Niklas Abrahamssons examensarbete *Individuell debitering av värme i flerbostadshus* som också nämnts i förordet.

För att ge en bild av hur mycket energi som används till varmvatten och värme i Sverige så inleds rapporten med statistik över energianvändningen.

2 Statistik, energi för uppvärmning och varmvatten

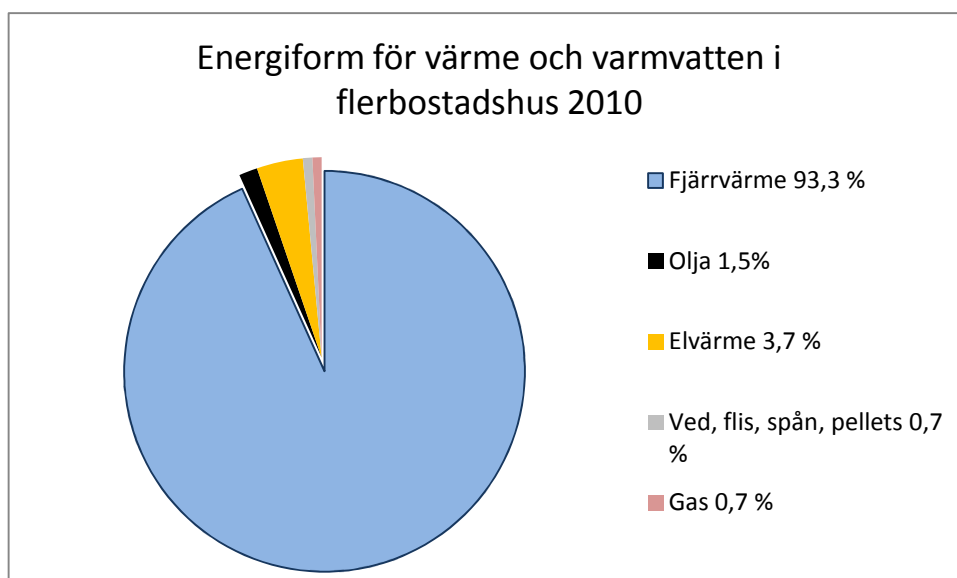
Den totala tillförda energin i Sverige var 2010 616 TWh inklusive energiförluster. Efter borträknande av energiförluster, utrikes sjöfart och flyg samt oljeprodukter som inte används för energiändamål återstod 411 TWh.



Källa: *Energiläget 2011, Energimyndigheten*

2.1 Uppvärmningssätt i flerbostadshus

Fjärrvärme är den dominerande uppvärmningsformen av flerbostadshus. 85 % av flerbostadshusen är anslutna till fjärrvärme och hela 93 % av flerbostadshusens totala energi för uppvärmning och varmvatten var fjärrvärme 2010.



Källa. *Energistatistik för flerbostadshus, småhus och lokaler 2011, Energimyndigheten*

3 Fastigheters och lägenheters energiprestanda

Krav från samhället på fastigheters energiprestanda gäller hela byggnader och inte enskilda lägenheter. Lägenheter i samma byggnad kan därför ha olika energiprestanda.

Energianvändningen för bostäder uttrycks vanligen antingen i kWh per m² A_{temp} eller i kWh per m² bostadsyta, BOA.

3.1 A-temp.

A_{temp} är arean av samtliga våningsplan, vindsplan och källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10^o, som begränsas av klimatskärmens insida. Boverkets krav på fastigheters energiprestanda är uttryckt i A_{temp} men garage är borträknade. Det är den till fastigheten tillförda energin som mäts. Årsförbrukningen delas med ytan A_{temp} och måttet blir då kWh per m² A_{temp}.

Värmeenergin som alstras i fastigheten som värme från hushållsel, personvärme, solvärme etc. ingår inte i den tillförda energin. För den energi som eventuellt återvinns från ventilation, avlopp etc. inräknas endast den tillförda energi som åtgår för värmepumpar etc.

3.2 BOA

När de boendes kostnader för uppvärmning jämförs används måttet kr eller kWh per m² bostadsyta, BOA. Bostadsarean är den yta som hyresgästen betalar hyra för, dvs. ytan innanför de lägenhetsomslutande väggarna.

Energimyndigheten bedömer att bostadsarean är lika med arean för A_{temp} * 0,8-0,87. Energiprestandan uttryckt i BOA blir då 15-25 % högre än A_{temp}.

3.3 Energiåtgång för uppvärmning och varmvatten i bostäder 2010

Som framgår av tabellen nedan är energianvändningen per m² högre i flerbostadshus än i småhus. Räknad per bostad är förbrukningen lägre i flerbostadshus.

	Flerbostadshus	Småhus
Antal bostäder	2 502 000	1 929 000
BOA + LOA ^{1/}	164,9 miljoner m ²	284 miljoner m ²
Energiåtgång TWh	26,7 TWh	35,8 TWh
Energiåtgång per bostad	10 671 kWh	18 559 kWh
Energiåtgång per m ² BOA	159 kWh	126 kWh

Källa: Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2010. Tabell 2:2, 2:3, 2:5.

^{1/} Tabell 2:2 uppges i källan vara uppvärmd yta men är BOA+LOA.

Boverkets energikrav för byggnader innefattar utöver energin för uppvärmning och varmvatten även fastighetsel men inte hushållsel. Fastighetsel är el för ventilation, hissar och andra gemensamma utrymmen. Som snitt kan fastighetselen beräknas till ca 20 kWh per m² BOA.

Genomsnittet för den totala energiprestandan flerbostadshus blir då ca 179 kWh m² BOA eller 149 kWh m² A_{temp}.

3.4 Fördelning mellan värme och varmvatten

Fördelningen av energianvändning för uppvärmning respektive varmvatten skiljer sig åt mellan bostäder. Boverket anger 75 % värme och 25 % varmvatten som schablon vid energideklarationer. I moderna hus med en låg energiförbrukningen svarar varmvattnet för en större andel. Det allt mer energieffektiva byggandet pressar ner energiåtgången för uppvärmning mer än energiåtgången för varmvattnet.

3.5 Var tar värmen vägen

Den största delen av energin för uppvärmning ventileras bort. Det är ännu ett fåtal byggnader som återvinner energin ur frånluften. Nedan visas hur värmeförluster kan fördela sig i flerbostadshus.

Ventilation	33 %	Fönster	20 %
Väggar	20 %	Spillvatten	17 %
Tak, vind	8 %	Golv	3 %

Källa: Energirådgivningen.

4 Socialstyrelsen krav på värme i bostäder

Socialstyrelsen anger i sina Allmänna råd att en bostads temperatur inte får understiga 18° och inte varaktigt överstiga 24°. För en behaglig temperatur rekommenderas 20-23°. Den högre temperaturen för att tillgodose känsliga grupper. Generellt har vi en inomhustemperatur på 20-21° dagtid i våra flerfamiljshus och någon grads nattsänkning. Fastigheter med pensionärsbostäder har som regel en något högre temperatur. Socialstyrelsen pekar också på att luftrörelser samt temperatur på golv och omgivande ytor som ytterväggar och fönster är avgörande för hur inomhusmiljön upplevs. För en optimal inomhusmiljö säger Socialstyrelsen att temperaturen bör kunna regleras av den boende. Det anges som särskilt viktigt för de som inte lätt kan reglera temperaturen genom val av aktivitet eller klädsel.

Om en lägenhet med IMD-värme eller med kallhyra kan hålla en temperatur enligt socialstyrelsens krav kan dock inte hyresvärden hållas ansvarig om hyresgästen genom intensiv vädring och/eller sänkning av radiatorvärmens medverkar till att gränsvärdena inte uppnås.

5 Motiv som anges för IMD-värme.

De motiv som framförs för att införa Individuell mätning och debitering av värme varierar. Ofta är motivet att minska den tillförda energin. Vanliga motiv är också att öka den enskildas valfrihet eller att debitering efter mätning anses mer rätt än debitering efter lägenhetsyta.

5.1 Minskade utsläpp av växthusgaser

Målet är att minska vår klimatpåverkan. Klimatpåverkan från uppvärmning av bostäder varierar kraftigt beroende på fastigheternas energiprestanda och uppvärmningssätt. Även bland de 85 % av fastigheterna som förses med fjärrvärme är variationen stor beroende på vilka bränslen och vilken spillvärme som används vid produktionen av fjärrvärme.

5.2 Minskad energianvändning

Det vanligaste motivet till IMD är nog minskad energianvändning i kombination med andra motiv som minskade kostnader och/eller att var och en betalar för sig. Det förekommer uppgifter om att kostnaderna för uppvärmning kan minska med 10-20 % men också erfarenheter av att kostnaderna är desamma efter införande av IMD. En svårighet med att bedöma hur IMD-värme påverkar energiförbrukningen är att installationen av IMD som regel genomförs samtidigt med en rad andra åtgärder.

Oberoende av vilken metod som används för IMD-värme tycks en gemensam erfarenhet vara att mätning av värme och debitering av värme ställer höga krav på drift av värmeanläggningen som helhet och en organisation för att snabbt åtgärda fel.

För att säkerställa att energianvändningen minskar kan IMD kombineras med att hyresgästen ges möjlighet att sänka sin värme men inte att höja den över en viss temperatur.

5.3 Minskade kostnader för hyresvärd

En drivkraft för hyresvärden är att kunna leverera en viss komfort till lägsta möjliga kostnad. Debiteringen ger en minskad kostnad för fastighetsägaren om hyresgäster som vädrar bort eller på annat sätt "överkonsumerar" energi förmås ändra sitt beteende eller betala för den förbrukning som är högre än normalt.

Vid beräkning av om IMD-värme är lönsam måste givetvis kostnaden för installation och drift av utrustningen för IMD vägas mot den minskade kostnaden och/eller den ökade intäkten för levererad värme.

5.4 Minskade kostnader för hyresgäst

En av drivkrafterna för hyresgästerna kan vara minskade kostnader. Genom att välja en lägre inomhustemperatur och/eller minska vädringen kan hyresgästen minska energiförbrukningen och därmed sin kostnad.

5.5 Var och en betalar för sin energiförbrukning

Att var och en betalar efter lägenhetens förbrukning anses av en del mer "rättvist" än när värmekostnaden ingår i den övriga hyran. Som vi ser längre fram är det inte lätt att mäta och debitera så att det är just hyresgästens påverkan av energiförbrukningen som återspeglas i debiteringen.

Att var och en ska betala för lägenhetens förbrukning kan vara ett motiv i sig. Hänvisning görs till att villaägare är vana at betala för sig och att hyresgäster har erfarenheter från andra områden av debitering efter mätning. Huruvida förbrukningen kan påverkas av hyresgästen eller är "rättvis" ges då en underordnad betydelse.

6 Omfattningen av IMD.

Det finns ingen samlad statistik över hur vanligt det är med IMD i någon form i svenska flerbostadshus. Sandberg och Bernotat gjorde för Boverket en uppskattning 2008.

Författarna ställde samman fyra olika statistiska material och uppskattade att ca 1,2 % eller ca 29 000 bostäder i flerbostadshus hade någon form av IMD.

Av rapporten framgår att det mellan 2003 och 2008 skett en kraftig ökning av antalet lägenheter med IMD för vatten och värme. Inom IMD- värme så var det i huvudsak antalet lägenheter med temperaturmätning som hade ökat.

Sedan 2008 har utvecklingen fortsatt till att allt fler bostäder har IMD i någon form. Det gäller inte minst de lägenheter som nyproduceras eller genomgår större renoveringar. Det är dock betydligt vanligare med IMD för varmvatten än för värme.

7 IMD och kallhyra

IMD – värme innebär att hyresvärden tillhandahåller energin för den huvudsakliga uppvärmningen av bostaden. Den tillförda energin eller bostadens temperatur mäts och därefter debiteras hyresgästen en kostnad.

Kallhyra innebär att hyresgästen hyr lägenheten utan att hyresvärden tillhandahåller energin för uppvärmning. Hyresgästen tecknar ett avtal med en elhandlare eller ett energibolag som fakturerar kostnaden för energin.

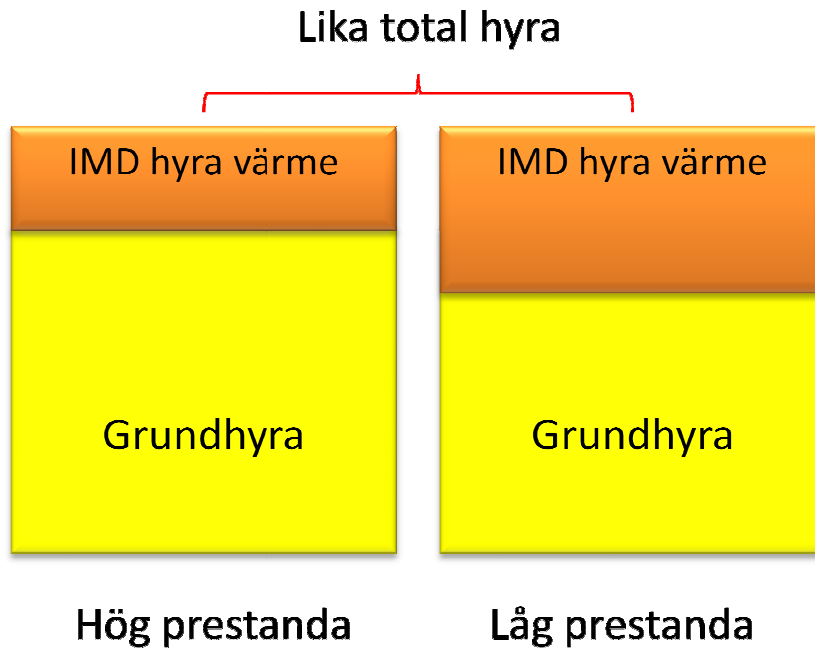
Kallhyra är vanlig vid hyresupplåtelse av småhus där varje bostads har sin egen anläggning för uppvärmning. Kallhyra förekommer även i flerbostadshus som uppvärms med direktverkande el.

7.1 IMD och hyra

Huvudregeln är att hyran för en bostadslägenhet ska vara till beloppet bestämd. Undantag kan göras för uppvärmningskostnader samt vatten och avlopp om kostnaden påförs efter individuell mätning. Vid IMD består då hyran av två delar. Den fasta delen som erläggs i förskott och den uppmätta delen som betalas i efterskott.

Om hyresavtalet har en förhandlingsklausul ska såväl kostnaden för den fasta som den rörliga delen avtalas mellan förhandlingsordningens parter.

Bruksvärdesystemet innebär att om hyresgästen debiteras särskild för uppvärmning så ska lägenhetens värmebehov påverka övrig hyra. Om två lägenheter är lika utöver att den ena har en högre energiprestanda så medges att den lägenheten har en högre grundhyra.



8 Incitamenten för att minska energiförbrukningen vid IMD

För att minska eller hålla nere energiförbrukningen optimalt så krävs det att såväl den boende som fastighetsägaren har incitament för detta. Kritiken finns mot att fördela uppvärmningskostnaden utifrån lägenhetens storlek. Invändningen är att den boendes kostnad inte påverkas av dennes vanor och beteende. Den som väljer en hög inomhus-temperatur får samma kostnad som den som väljer en låg. Den som vädrar mycket får samma kostnad som den som vädrar sällan. Å andra sidan finns svårigheten med att skilja den energiförbrukning som påverkas av hyresgästen från den förbrukning som beror på lägenhetens prestanda och värmevandringen till och från grannlägenheter.

8.1 Den boendes incitament vid IMD

Vid IMD påverkar den boendes vanor och val dennes hyreskostnad. Den som väljer en lägre inomhustemperatur får en lägre kostnad än den som väljer en högre inomhus-temperatur.

Även sådant som vädring, antal hushållsmedlemmar, närvaron, elektrisk apparatur m.m. påverkar uppvärmningen för den enskilda lägenheten men dess betydelse för hyresgästens kostnad begränsas av metod för mätning.

Ett incitament för hyresgästen kan också vara att det egna valet att minska energikonsumtionen blir avläsbart. Hyresgästen kan vara nöjd med att se att dennes vanor ger en lägre energianvändning även om det inte medför någon sänkt boendekostnad.

8.2 Hyresvärdens incitament vid IMD

Hyresvärderna har incitament för att minska fastighetens energiförbrukning oberoende om värmen ingår i hyrans fasta del eller om den debiteras efter förbrukning, förutsatt en korrekt hyressättning. Om hyresvärderna vidtar en åtgärd som sänker hyresgästens kostnad för IMD –värme så finns det utrymme för en höjning av lägenhetens grundhyra. Exempel på sådana åtgärder kan vara byte till energieffektivare fönster, installation av värmeåtervinning, tilläggsisolering etc.

9 Värmevandring mellan lägenheter.

Flera undersökningar har gjorts som bekräftar att värmevandringen mellan lägenheterna i en fastighet har stor betydelse för hur mycket energi radiatorerna i respektive lägenhet avger.

- Jagemark och Bergsten har genom omfattande simuleringar undersökt ett antal faktorer och kombination av dessas effekter på energiförbrukningen för en simulerad lägenhet. Faktorerna är:

Rumstemperatur	Uteklimat	Vädringsmönster
Byggnadsår (1950- 1990)	Lägenhetens placering	Hushållsel (internvärme)

Störst påverkan på radiatorvärmerna har rumstemperatur, uteklimat och vädringsmönster vilket kan synas självklart.

Mer förvånande är kanske att byggnadsår och lägenhetens placering spelade mindre roll för hur mycket värmeenergi som lägenheten avger till eller tar emot från grannlägenheterna.

Värmetransporten mellan lägenheterna kan uppgå till ungefär samma storleksordning som radiatorvärmerna. De simulerade fallen har en mycket stor variation på uppvärmningsbehov. Lägenheterna med störst uppvärmningsbehov är de som har mycket vädring. Ett mycket strakt samband finns mellan lägenhetens rumstemperatur och värmetransporten från respektive till grannlägenheterna. Det är svårt att få 18° när grannlägenheterna har 20-21°.

Jagemark och Bergsten, Individuell värmemätning i flerbostadshus, 2003.

- I en simulering av ett miljonprogramshus i Göteborg konstateras att en mittenlägenhet kan avge en fjärdedel (12 kWh) av sin dygnsvärmeenergi till grannlägenheterna under ett februaridygn. Mittlägenheten antogs ha temperaturen 22° och grannlägenheterna 20°.

Nilsson och Wargman 1982

- En teoretisk beräkning av 94 lägenheter i Helsingborg fann man att en mittenlägenhet utan värmeförsel inte kunde få en temperatur under 17° om grannlägenheterna hade 20° och utetemperaturen var 0°.

Jensen 1999

- En studie av kv Jankowitz i Göteborg visar att en lägenhet med en temperatur 3° under grannlägenheternas temperatur med väggar och bjälklag isolerade med 50 mm mineralull kan få 50 % av årsvärmebehovet från grannlägenheterna. Utan isolering kan grannlägenheterna ge 90-95 % av värmebehovet.

Göran Andersson, Bengt Dahlgren AB, 2001

- I en fastighet på Klockarbacken i Huddinge visar vid simulering en spridning av årsvärmebehovet på mellan 60 kWh/år/kvm och 90 kWh/år/kvm medan den uppmätta spridningen var hela 30 kWh/år/kvm till 120 kWh/år/kvm. Den senare stora variationen antogs till stor del bero på hyresgästernas vanor. Vidare konstateras att en lägenhet med inställt börvärde 18° inte får en temperatur under 20° om grannlägenheterna har börvärdet 24°. Lägenheten med den lägre temperaturen får då hela sitt värmebehov från grannlägenheterna.

Obessa, KTH, 2001

10 Mätmetoder

Tre huvudmetoder finns för mätning av värme. Bostadens temperatur mäts, flödet på den tillförda värmen mäts eller så mäts avgiven värme från radiatorerna.

10.1 Temperaturmätning - komfortmätning

Metoden är den vanligast förekommande i Sverige. Temperaturen avläses på en eller flera ställen i bostaden och debitering sker efter genomsnittlig temperatur under debiteringsperioden.

Debitering sker under den kalla årstiden. Hyresgästen kan välja temperatur med hjälp av radiatorernas termostater. Vanligt intervall är 18-22(23)°. I praktiken begränsas effekten av valet ofta av grannens val p.g.a. värmestrålningen mellan lägenheter. Metoden tar ingen hänsyn till fönstervädring och internvärme, dvs. den värme som hyresgäst och hushållsel genererar.

10.2 Flödesmätning av tillförd värme från värmesystem.

Den tillförda energin till lägenheten mäts genom att mäta temperatur och flöde på in- och utgående ledningar till radiatorerna. Två mätare krävs då för varje ingående radiator krets. Vid luftvärme kan tillskottsvärmen till den förvärmade tilluften mätas.

Metodens nackdel är att det är svårt att beräkna lägenhetens energiprestanda, dvs. lika lägenheter kan kräva olika mycket energi beroende var i fastigheten de är belägna och vilken temperatur som grannlägenheterna har.

10.3 Tillförd värme från radiator.

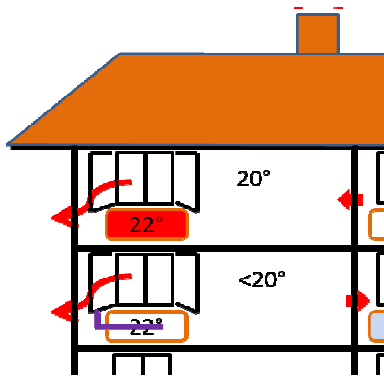
Den energi som respektive radiator avger mäts. Metoden påminner om flödesmätningen men kräver inga ingrepp i rör utan mät don fästs utanpå radiatorerna. Har i övrigt samma för och nackdelar som flödesmätning. Hänsyn måste tas till att även ledningar till och från radiatorer avger värme

11 För och nackdelar med mätmetoderna för IMD

Varje metod för mätning av IMD-värme har sina brister och förtjänster. Metodernas kvalitéer påverkas av fastighetens prestanda, läge och värmesystem.

De följande bilderna försöker ge en generell beskrivning av kvalitéerna med mätmetoderna utifrån deras förmåga att fånga upp hyresgästens beteende och val.

11.1 Vädring



De största värmeförlusterna som en hyresgäst kan förorsaka sker genom mycket vädring under den kalla årstiden. Kraftig vädring gör att värmegenomströmningen i radiatorerna ökar men temperaturen sjunker ändå i lägenheten. Värme tillförs från intilliggande lägenheter med högre temperatur.

Temperaturmätning.

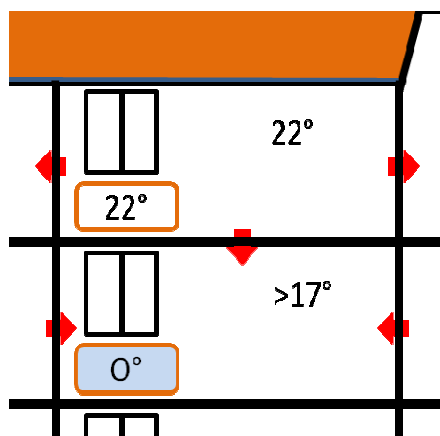
Varken lägenhetens hyresgäst eller grannar debiteras den ökade förbrukningen för vädringen.

Mätning tillförd värme.

Hyresgästens kostnad ökar kraftigt men även grannarna får ökad kostnad vid vädring.

Om avkänning av öppna fönster installeras kan lägenhetens värmeförlust strypas. Effekterna ovan blir då mindre. Detsamma gäller om termostater är inställda för en lägre maximal temperatur.

11.2 Vald inomhustemperatur



Vald inomhustemperatur är det som generellt har den största påverkan på energiförbrukningen. Den övre lägenhetens radiatorer är fullt öppna och ger lägenheten 22°. Den nedre lägenheten har avstänga radiatorer men värms av grannlägenheterna.

Temperaturmätning.

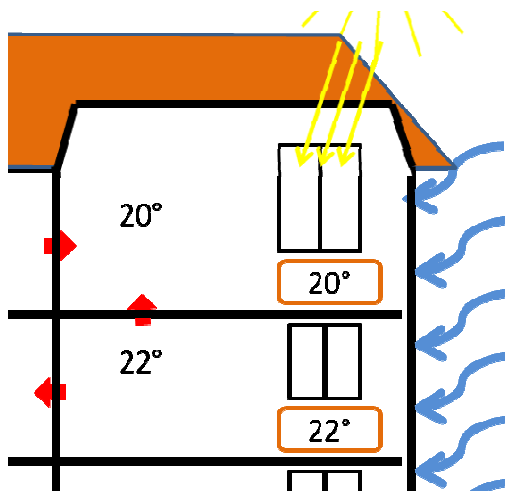
Hyresgästen betalar för den egna lägenhetens temperatur och påverkas inte ekonomiskt av om grannens temperatur

Mätning tillförd värme.

Hyresgäst med högre temperatur får bidra till uppvärmning av grannar med lägre temperatur.

I extrema fall kan en hyresgäst i mittlägenhet stänga av värmen med ändå ha en temperatur som bara ligger några par grader under grannarnas.

11.3 Lägenhetens energiprestanda



Värme kan tillföras genom solinstrålning. Lägenheter med väggar utsatta för vind avger mer värme. Fönsterytor, takhöjd och ytterväggarnas konstruktion kan också skilja mellan lägenheter.

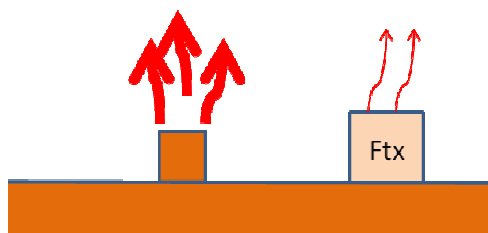
Temperaturmätning.

Hyresgästernas debitering berörs inte.

Mätning tillförd värme.

Hyresgästen kostnad påverkas av lägenhetens läge i fastigheten såvida inte den enskilda lägenhetens energiprestanda och intilliggande lägenhets temperatur är kända.

11.4 Ventilation



Luftväxlingen i lägenheten och därmed den tillförda värmen kan manipuleras genom att ventilationen stryps. Ventilationen kan forceras med högre värmeförbrukning som följd.

Om värmeväxlare används så tillför lägenheten med högre temperatur mer energi till fastigheten uppvärmning.

Temperaturmätning.

Hyresgästernas debitering berörs inte av luftväxlingen.

Mätning tillförd värme.

Hyresgästen kostnad påverkas av luftomsättningen i lägenheten.

12 Boendes påverkan på värmeförbrukningen enligt Sveby

Sveby, Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader, har i projektet Brukarindata för energiberäkningar i bostäder tagit fram data för hur de boende påverkar fastigheters energiförbrukning. I rapporten redovisas i vilka fall den köpta energin ska belasta fastigheten och dess energiprestanda respektive det enskilda hushållet. Vidare redovisas hur hushållen påverkar fastighetens energiprestanda genom val av temperatur, vädring, mm. Svebys siffror bygger på en energiförbrukning för uppvärmning om 85 kWh per $m^2 A_{temp}$.

12.1 Inomhustemperatur

Sveby rekommenderar att bostäder ska beräknas ha en genomsnittlig temperatur på 21°. Referens görs till undersökningar som visar att den faktiska temperaturen oftast är högre men Sveby anser att 21° bör vara ett mål för reglerstrategi mm.

Referensundersökningar är främst Elib från 1992 som visade en genomsnittstemperatur på 22,2° och Hägerhed Engman från 2006 som visade 20,9°. Vidare anges att flera stora

byggare anger 22° i sina beräkningsanvisningar. Även Boverket anger att 22° kan användas som genomsnittlig inomhuslufttemperatur om innetemperaturen är okänd.

Valet av temperatur beräknas påverka uppvärmningen med 3-5 % per grad beroende på frånluftssystem m.m. Det gör 2,5 -4,3 kWh per m² och grad om den totala uppvärmningen är 85 kWh kvm vid 21°.

Om intervallet för temperatur som kan väljas är 18-23° så blir variationen i energianvändning 13-22 kWh per m².

12.2 Vädring

Sveby rekommenderar ett schablonpåslag på energiprestanda 4 kWh/m²/år för vädring. Om energiprestandan för fastigheten är 110 kWh så gör det ca 4 %. Det är att märka att den ökade energiförbrukningen om 4 % kan bero på mycket vädring i 10 % av lägenheterna enligt nedan.

Som grund för uppskattningen ligger tre undersökningar om vädringsvanor har betydelse för energiförbrukningen:

MEBY	Andel lgh vars vädring påverkar	10 %
SBUF-rapport	Andel lgh vars vädring påverkar	10 %
NCC energiuppföljning i Sthlm	Andel lgh vars vädring påverkar	12 %

Vid en jämförelse mellan tre undersökningar i Stockholm, 1991/93, 2006 och 2007 kan slutsatsens dras att vädringsvanorna har förändrats över tid så att vi vädrar allt mindre.

Utifrån en studie av Nordquist, 2002, samt beräkningar av Schmidt m.fl. gällande vädring i skolor kan konstant vädring grovt uppskattas påverka luftflödet i en fastighets samlade lägenheter med 5 l/s lgh.

12.3 Hushållsel

Sveby rekommenderar som schablon 30 kWh/m² för hushållsel. Elanvändningen är bl.a. beroende av hushållets storlek och Sveby sammanfattar ett antal undersökningar i att förbrukningen per hushåll kan beräknas till 2000 kWh per hushåll + 800 kWh per person och år för flerbostadshus. Hushållselanvändningen kan dock vara 30 % högre än årsmedelvärdet på vintern och 30 % lägre sommartid, vilket har betydelse för hur mycket av elanvändningen som kan tillgodogöras för uppvärmning.

Hur användandet av hushållsel kommer uppvärmningen tillgodo har bl.a. undersökts av Svensson och Kåberg 1991, Eriksson och Wahlström 2001 och Sandberg 2003. 70 % av hushållselanvändningen kan komma byggnaden till godo i form av värme som, om behov finns, kan nyttiggöras under uppvärmningssäsongen.

12.4 Personvärme

Vid beräkningar används ofta värdet 100 W intern värme från vuxna personer och 60 W från barn men dessa värden varierar med kön och personernas aktivitet (rörliga, sovan- de, stillasittande etc.). Ett rekommenderat medelvärde är 80 W per person enligt Sve- by.

Olika undersökningar ger olika uppgift om antal boende per bostad. Sveby redovisar bl.a. följande.

Boendestatistik för bostäder för olika stora lägenheter och småhus från olika källor:

Lgh storlek	1 rkv	1 rk	2 rk	3 rk	4 rk	5 rk	6+rk	Källa
	1,16	1,13	1,37	1,99	2,61	2,83	3,06	Lägenheter, USK 1990
			1,62	2,65	3,09			Lägenheter, 400 bostäder
		1	1,5	2 3	3,5			FEBY, kravspec.
	1,42	1,42	1,63	2,18	2,79	3,51	3,51	3H-projektet, 116 byggnader i Sthlm byggår 1998-2003

Även närvarotiden i bostaden varierar något mellan olika undersökningar. Sveby re- kommenderar 14 timmar per dygn och person.

12.5 Övrig påverkan från hushållen

Det finns ytterligare några vanor hos hushållen som skulle kunna påverka värmebeho- vet men som Sveby anser är försumbara:

Forcering av köksfläkt - Variationen mellan lägenheterna troligen försumbar.

Solavskärmning - Avskärmning sol tas ut av mindre värmeavgång.

Tappvatten - Kallt vatten ger förluster vilket antas ta ut att varmt vatten minskar upp- värmningsbehovet

13 Kostnader IMD-värme

En enkät som SABO gjorde till sina medlemsföretag 2012 visar mycket varierande kost- nader för IMD-värme. Installationskostnaderna kan delas upp i två delar. Det behövs en basinvestering för att kunna samla in lägenhetens data, överföra den till företaget, han- tera informationen i faktureringsystem samt presentera den för hyresgästen via hem- sida, display etc. Kostnaden för basinvesteringen beräknas till 2 000 - 5 000 kr per lä- genhet. Till detta kommer enheter för mätning av flöden, avgiven värme från radiato- rerna eller lägenhetens temperatur. Kostnaderna för temperaturmätning kan uppskat- tas till storleksordningen 2 000 kr per lägenhet medan mätning av flöden eller avgiven värme kan skattas till 2 000 – 8 000 kr per lägenhet beroende på antalet ingående mat-

ningar eller antalet radiatorer. Driftskostnaden är i storleksordningen 500 - 800kr per år.

Det är inte enkelt att bedöma vilken del av installation och drift som är nödvändig mätning för optimering av värmesystemet och vad som är kostnad för debitering. Flera bostadsföretag framhåller vikten av att mätresultaten medverkar till en bättre energieffektivitet.

Till IMD hör också att informationen till hyresgästerna och kundkontakten måste vara god vilket kan medverka till en större medvetenhet i energifrågor hos såväl företaget som hos hyresgästerna.

Kostnaden för IMD och därmed lönsamhet kan inte bedömas generellt utan måste beräknas för varje fastighet.

14 Debitering av hyresgästen

14.1 Temperaturmätning - Komfortmetoden

Vid temperaturmätning förekommer det båda att hyresgästen debiteras efter genomsnittlig temperatur i lägenheten och efter beräknad energiåtgång. I det senare fallet beräknas vilken energiåtgång som behövs för att lägenheten ska hålla en viss temperatur. Lägenhetens temperatur omräknas således till kWh som debiteras hyresgästen. Det är dock vanligare att ett pris sätts för varje grad under respektive över en viss temperatur. Genomsnittlig temperatur avläses i perioder vartefter debitering sker.

Det är vanligt att lägenheten har en fast hyra och det ingår en viss värmekomfort i den hyran, t.ex. 21°. Den hyresgästen som väljer en högre temperatur får betala extra för det tillvalet och den som väljer en lägre temperatur får en rabatt.

Kostnaden för en högre temperatur eller rabatten för en lägre bygger oftast på självkostnadspriset för den köpta energin eller bränslet i egen panna.

Det förekommer också att hyresgästen endast kan välja att sänka temperaturen men inte höja utöver avtalad temperatur.

14.2 Mätning tillförd värme

Den tillförda värmen mäts i kWh. Antingen debiteras hyresgästen fullt ut den uppmätta förbrukningen eller så justeras den uppmätta förbrukningen utifrån lägenhetens beräk-

nade energiprestanda. Mätt förbrukning justeras i det fallet lägenhetens bedöms ha en lägre energiprestanda än flertalet lägenheter i fastigheten.

När tillförd värme debiteras fullt ut motiveras det med att hyressättningen ändå är trubbig. Lägenheter med fler ytterväggar, högre läge i fastigheten har positiva egenskaper som inte påverkat hyressättningen varför det inte är orimligt att de kan drabbas av högre värmekostnader.

Ofta har den tillförda värmen ett grundflöde så att hyresgästen inte kan stänga av värmen helt.

Prissättningen på debiterad energi bygger på kostnaden för den köpta energin. I låg-energihus kan spetsvärmen bli förhållandevis dyr om den produceras med el.

15 Kontroll av uppmätta värden inför debitering

Vid IMD betalar hyresgästen för den tillförda energin eller temperaturen. Fastighetsägaren måste före debitering ha system som slår larm för avvikande värden, dvs. värden som förefaller vara felaktiga och som därmed behöver analyseras före debitering.

Hyresvärden har också ett generellt ansvar för att medverka till att energiförbrukningen hålls nere i fastigheten. Medlemsorganisationerna SABO och Fastighetsägarna har liksom många fastighetsbolag miljöpolicy där man åtar sig att verka för energieffektiviseringar. Det förpliktar till att erbjuda hyresgäster rådgivning för att minska förbrukningen även efter införandet av IMD.

16 Minskad energiförbrukning vid IMD-värme

Besparingspotentialen vid IMD-värme är enligt Boverket 10-20 %. Företag som har infört IMD-värme redovisar också som regel att de gjort stora energibesparingar. Men det finns undantag. De tre största allmännyttiga företagen har erfarenheter som tyder på att IMD-värme ger mycket små om ens några besparingar.

När IMD har genomförts så har det som regel varit i samband med energieffektiviseringar som fönsterbyten, byte av värmesystem, uppgradering av värmesystem etc. IMD i sig kräver också att värmesystemet är väl intrimmat.

Man kan generalisera och säga att IMD kräver en viss kvalitet i byggnad och drift. Byggnaden kan inte vara behäftat med rena brister i form av otäta fönster, undermåligt ventilationssystem etc. Driften av värmesystem måste vara kvalitetssäkrat och möjligt att

fjärravläsa. Därefter kan mätutrustning installeras i lägenheter och ytterligare injusteringar av anläggningen göras. Sista steget är debitering efter det att mätresultat har värdesäkrats.

De höga besparingspotentialer som ibland redovisas är knappast ett resultat enbart debiteringen som är det sista steget i en rad åtgärder.

Räkneexempel

Låt oss godta att varje grad värme kostar 4 % och att vädring står för 4 % av den totala värmekostnaden. Den vanliga temperaturen som hyresgäster väljer när de kan göra ett val är 20-21°.

Vi förutsätter ändå att 50 % av hyresgästerna sänker sin temperatur 2° och att 25 % höjer den 1° medan övriga inte ändrar temperaturen. Energiförbrukningen minskar då med 3 %.

Temperatursänkning och ingen vädring gör då 7 %. Med en förbrukning för uppvärmning på 100 kWh per m² BOA får vi en besparing på 7 kWh per m². För en lägenhet på 70 m² gör det 560 kWh per år.

Vid högre energianvändning för uppvärmningen blir besparingen i kWh högre och vid lägre energianvändning blir den lägre.

En invändning mot detta sätt att räkna är att om den sista åtgärden i effektiviseringsprocessen, dvs. debiteringen inte genomförs så finns inte tillräckligt tryck på bostadsföretaget att hålla kvalitén i sin drift, sitt underhåll och att snabbt ingripa vid fel och brister. Man ser då debiteringen och de boendes engagemang som en kontrollerande och stimulerande övervakning av fastighetens teknik och drift.

17 IMD i Tyskland

I Tyskland har individuell mätning och debitering av värme varit tradition sedan införandet av centralvärme i början av 1900-talet. Gällande lagstiftning som kräver debitering kom på 1980-talet. Komfortmätning är inte en godkänd metod. Den dominerande metoden är radiatormätning men även flödesmätning förekommer.

50-70 % av förbrukningen ska debiteras efter individuell mätning och resterande fördelas efter schablon.

Hyran består av en fast del och en driftskostnadsbaserad del. Den driftskostnadsbaserade som i sin tur har en fast och en rörlig del utgörs av värme, fastighetsavgifter, vatten- och avloppsavgifter, sophantering, fastighetsskötsel, tvättstuga etc. Den driftkostnadsbaserade hyran slutregleras en gång per år. Om bostaden inte har individuell mät-

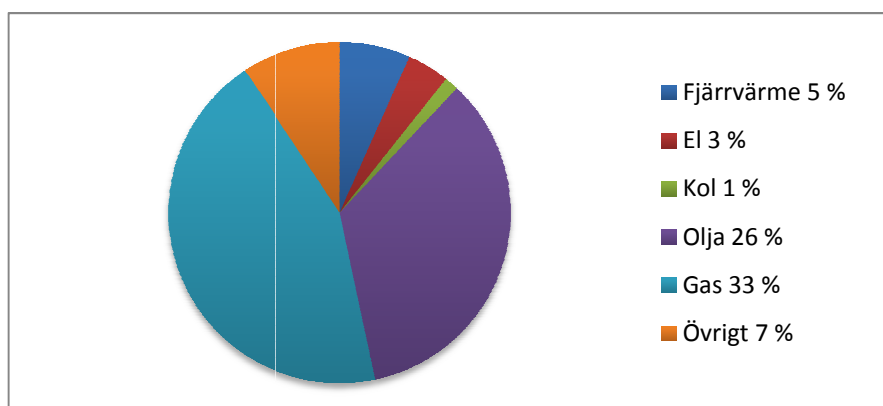
ning kan hyresgästen återkräva en del av den erlagda driftkostnaden. Detsamma gäller om hyresvärden inte kan redovisa kostnaderna för driftkostnaden när året är slut.

De olika energiprestandan som lägenheter kan ha beroende på t.ex. läge i fastigheten accepteras vanligen då också andra kvalitéer varierar mellan lägenheterna. Det förekommer också att hög energikostnad sänker kallhyran.

Hyran avtalas mellan hyresgäst och hyresvärd. För att inte fastighetsägare ska kunna ta ut oskäligen hyror så finns i varje större stad och kommun ett system kallat hyresspegel där man jämför (kall) hyror på lägenheter med olika standard, storlek, läge mm. Denna sammanställning bygger på statistik över avtalade hyror på orten.

17.1 Uppvärmningssätt för bostadsbeståndet i Tyskland 2005

Gas och olja dominerar uppvärmningen av Tysklands bostäder.



Källa: Abrahamsson (Scharp M).

18 IMD i Danmark

I Danmark finns sedan slutet av 1990 talet lagkrav på individuell mätning av värme i flerbostadshusen. Redan vid införandet av lagstiftningen hade 75 % av bostäderna IMD-värme. Byggnader kan dock undantas från lagkravet. Exempel på detta är äldre byggnader där det av tekniska skäl är allt för komplicerat att installera mätutrustning eller fastigheter med så låg energiförbrukning att kostnaden inte står i proportion till den förväntade energibesparingen.

De mätmetoder som är godkända är flödes och radiatormätning. Kvalitetskrav finns på utrustningen.

Minst 40 % av kostnaden måste debiteras baserat på den uppmätta förbrukningen. Resterande del antas gå till uppvärmning av gemensamma utrymmen, distribution samt uppvärmning av varmvatten.

För lägenheter som har sämre energiprestanda än flertalet lägenheter i fastigheten ska de avlästa värdena korrigeras. Korrigering beräknas vid projekteringen om det gäller nyproduktion och belastar den del av värmekostnaden som är schablonfördelad i fastigheten. Varje hyresgäst ska ha tillgång till den eventuella korrigeringsberäkningen för sin bostad.

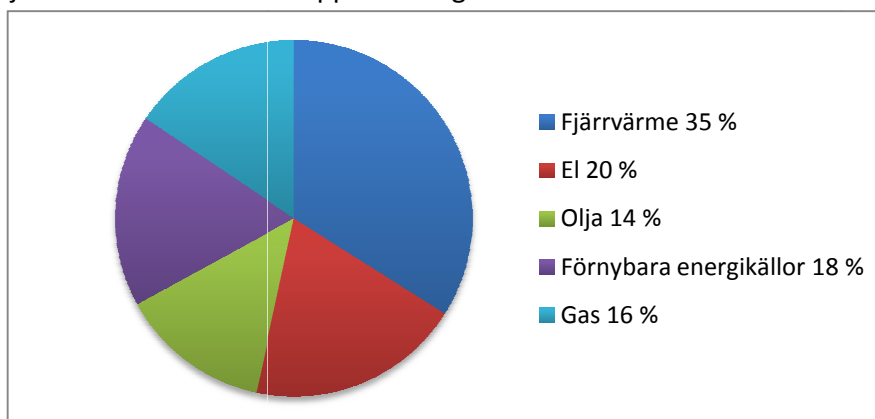
Värmekostnaden betalas genom en preliminär debitering varje månad av den beräknade kostnaden för det kommande året. Senast fyra månader efter värmeräkenskapsårets slut ska hyresgäst få en slutfaktura.

Hyran i de allmännyttiga företagen är självkostnadsbaserad. För de privat ägda bostäderna avtalas hyran mellan hyresvärd och hyresgäst. En prövning kan dock göras där hyran jämförs med hyran för andra lägenheter på orten.

Fjärrvärmens försörjer $\frac{1}{3}$ av Danmarks bostadsbestånd. I övrigt används gas, olja, el och förnybara energikällor.

18.1 Uppvärmningssätt för bostadsbeståndet i Danmark 2006

Fjärrvärme står för $\frac{1}{3}$ av uppvärmningen i Danmark.



Källa: Abrahamsson (Scharp M).

19 Slutsatser

- Den främsta bristen med mätning av tillförd värme är att den värme som kommer från eller tillförs grannlägenheterna inte mäts. Lägenheter i flerbostadshus har betydligt mer yta mot grannar än mot fastighetens skal. Om värmevandringen mellan lägenheter beräknas och utgör en del av underlag för debiteringen blir debiteringsunderlaget antagligen så komplext att det inte blir begripligt för hyresgästen.
- Bristen med temperaturmätning är främst att vädring inte belastar hyresgästen. Å andra sidan är det relativt få hushåll som vädrar mycket. Temperaturmätning fångar upp lägenhetens temperatur som är den viktigaste faktorn för energiförbrukningen som hyresgästen kan påverka. Temperaturmätning är relativt enkel och den lämpligaste metoden för IMD-värme i flertalet fastigheter.
- Innan debitering genomförs har regelmässigt en rad åtgärder genomförts för att minska energiförbrukningen. I det arbetet har mätning av temperatur och/eller energitillförsel för varje lägenhet stor betydelse för injustering av värmesystem och upptäckten av brister.
- Då det anges att IMD kan ge besparingar av energin för uppvärmning på 10-20 % inkluderas åtgärder som genomförts innan debitering. D.v.s. det är inte debiteringen i sig som ger så stor besparing.
- Den största betydelsen för husets totala energiförbrukning har temperaturen i lägenheterna. Om hyresgästen kan välja en högre temperatur än 21^o så är det tveksamt om det görs någon energibesparing oberoende av mätmetod. Å andra sidan ger det hyresgästen en frihet att mot en merkostnad själv välja inomhustemperatur.
- Lönsamheten för IMD måste bedömas för varje enskild fastighet. Med dagens energipriser är IMD-värme inte lönsam som generell metod för att minska energiförbrukningen i landets flerbostadshus.

20 Litteraturförteckning

Niklas Abrahamsson	Individuell debitering av värme i flerbostadshus	2011
Daniel Andersson	Individuell värmedebitering i svenska flerbostadshus	2002
Lennart Berndtsson	Individuell mätning av värme och varmvatten i lägenheter, Boverket	2005
Lennart Berndtsson,	Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus, Energimyndigheten	2003
Anders Blohm och Martin Hedlund	En jämförelse av värmebehovet mellan lägenheter med olika rumstemperaturer	2005
Boverket	Individuell mätning av värmeförbrukning i flerbostadshus i Tyskland	2006
Boverket	Piska och Morot	2005
Gunnar Bröms och Åsa Wahlström	Energianvändning i flerbostadshus och lokaler – Idag och i nära framtid. Elforsk rapport 08:32	2008
Energimyndigheten	Energiläget 2011	2011
Energimyndigheten	Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2010	2011
Lennart Jagemark och Bengt Bergsten	Individuell värmemätning i flerbostadshus, Rapport Effektiv	2003
Daniel Olsson	Tappvarmvatten i flerbostadshus, Rapport Effektiv	2003
SABO	Individuell mätning av energi och vatten	2001
SABO	individuell mätning och debitering (Imd) Rekommendation	2011
Thomas Sandberg och Knut Bernotat	Individuell mätning och debitering i flerbostadshus, Boverket	2008
Simon Siggelsten	Individuell mätning och debitering av energianvändning i flerbostadshus	2011
Socialstyrelsen	Temperatur inomhus	2005
Sveby	Brukarindata för energiberäkningar i bostäder	2009