

Beställt av
Energimyndigheten

Utfört av
Helena N Lantz
Åsa Wahlström

Datum
2020-04-20

IMD

Individuell mätning och debitering av värme i befintlig bebyggelse

Metoder, erfarenheter och kostnadsfördelning

Förord

Föreliggande rapport har tagits fram av CIT Energy Management på uppdrag av Energimyndigheten, i nära samverkan med Boverket. Uppdraget omfattar övergripande att beskriva metoder, erfarenheter och hur kostnader och energibesparingsvinster kan fördelas vid installation av IMD värme.

Göteborg i april 2020

Åsa Wahlström

Innehåll

Förord	2
Innehåll	3
1 Metoder för individuell mätning och debitering	4
1.1 Värmemätningssystem	4
1.1.1 Värmemängdsmätare	5
1.1.2 Fördelningsmätare	5
2 Exempel på kostnadsfördelning av IMD värme i olika länder	6
2.1 Kompensationsfaktorer	14
2.1.1 Värmeförluster mellan lägenheter	17
2.2 Överblick – Svårigheter med IMD för värme	18
3 Erfarenheter från IMD värme i Sverige	24
3.1 Erfarenheter från fastighetsbolag kring IMD av värme	28
4 Fördelning av investeringskostnader och energibesparingsvinst	33
4.1 Förutsättningar för fördelningsalternativ	34
4.2 Alternativ för fördelning av kostnader	36
4.3 Känslighetsanalys	40
4.4 Fördelning vid IMD för varmvatten	41
Litteraturförteckning	42

1 Metoder för individuell mätning och debitering

Som följd av *energieffektiviseringsdirektivet* [1], med krav på individuell mätning och debitering (IMD), av kyla, värme och tappvarmvatten har på senare år IMD-system implementerats, på olika nivåer, i europeiska länder.

En del länder inför krav på installation av IMD av värme för nästintill alla byggnader medan andra länder undviker kravställandet. [2]

Värmemätningssystem för IMD delas upp i värmemängdsmätare och fördelningsmätare. Enligt *energieffektiviseringsdirektivet* [1] bör värmemängdsmätare installeras i första hand. Om detta inte är ekonomisk lönsamt eller tekniskt möjligt föreslås installation av fördelningsmätare. [1] En redovisning av de vanligaste värmemätningssystem presenteras i avsnitt 1.1.

Något som tydligt framgår från litteraturstudien är att det finns olika metoder för att fördela energianvändningen för värme mellan hyresgäster i en byggnad. Gemensamt för alla är att värmekostnaderna delas upp i två delar, en rörlig- och en fast kostnad. Den rörliga kostnaden kan påverkas av brukarna direkt och baseras på deras användning. Den fasta kostnaden kan brukare inte påverka och kan inkludera bland annat uppvärmning av gemensamma utrymmen, värmeförluster av distributionssystemet, drift- och underhållskostnader. En redovisning av de olika värmefördelningskostnaderna presenteras i avsnitt 1.2.

Utöver detta har olika länder även anammat olika metoder för att hantera det som kallas för kompensationsfaktorer. Dessa har till stor del introducerats som en kompensation för lägenheter som är placerade vid mindre gynnsamma positioner i en byggnad där förekomsten av värmeförluster är högre än andra lägenheter i samma byggnad. I en del länder är det däremot inte tillåtet att använda sig av kompensationsmetoder. En redovisning av kompensationsfaktorer i olika länder presenteras i avsnitt 1.3.

1.1 Värmemätningssystem

Värmemätningssystem för IMD delas upp i värmemängdsmätare och fördelningsmätare. Fördelningsmätare delas i sin tur upp i avdunstningsmätare och elektroniska mätare [3]. Vanligast förekommande på marknaden är elektroniska fördelningsmätare [2].

1.1.1 Värmemängdsmätare

Värmemängdsmätare mäter värmeenergianvändningen genom att mäta flödet över en krets och temperaturdifferensen. Dessa kan användas för att mäta vid direkt debitering eller användas i kombination med fördelningsmätare. [3]

Fördelen med värmemängdsmätare är att de har stor mätnoggrannhet och regleras via EU-direktiv 2014/32/EU [4] som innehåller krav på mätinstrument och dess mätteknik. Kraven innefattar även att tillverkare ansvarar för att mätare uppfyller kraven i direktivet vilket övervakas av ett anmält organ. Mätare som uppfyller kraven får därefter en kompletterande märkning till CE-märkningen. Kostnaderna för värmemängdsmätare är höga och det krävs oftast flera mätare per lägenhet i befintliga byggnader vid implementering av IMD [3]. Kostnaderna för att använda mätare för IMD i befintliga fastigheter är därmed svåra att motivera medan det kan vara ekonomiskt lönsamma och tekniskt möjligt vid uppförande av byggnader [2], [3].

En omfattande sammanställning som utfördes av L. Canal et al. 2019 [2] från över 130 publikationer konstaterade att mätnoggrannheten för dessa mätare varierar mellan 3,3%-8,4% där medelvärdet ligger på 5,5% [2].

1.1.2 Fördelningsmätare

Fördelningsmätare gör en uppskattning av värmeanvändningen som används enbart för att fördela värmekostnaderna mellan olika lägenheter. Dessa mäter alltså inte ett värde för använd värmemängd. Den vanligaste varianten är radiatormonterade fördelningsmätare med två temperaturgivare. Den ena givaren mäter radiatorns yttemperatur medan den andra mäter rummets temperatur (eller en temperatur fördefinierad i relation till rumstemperaturen). [2], [3]

Andra typer av fördelningsmätare är s.k ”*insertion time counters*” här kallade *tidsräknande fördelningsmätare* och är vanligt förekommande i Italien där de regleras av nationella standarder [2]. Dessa räknar öppettiden då termostatventilen är på (levererar värme). Öppettiderna kompenseras därefter med medeltemperaturen av värmeöverföringsmediet i radiatorerna eller med de faktiska värmegraddagarna. [2]

Vid IMD kombineras oftast olika mätare där det vanligaste är att installera en värmemängdsmätare som mäter fastighetens totala värmeanvändning och att fördelningsmätare därefter installeras i varje lägenhet. På så sätt kan varje lägenhets andel av fastighetens totala värmeanvändning fördelas mellan hyresgästerna.

Vid installation av fördelningsmätare krävs det även i vissa fall att detta kompletteras med installation av termostatventiler på radiatorerna. I vissa länder är

detta obligatoriskt som i exempelvis Kroatien, Italien, England, Frankrike. I andra länder där det inte är obligatoriskt att komplettera med termostatventiler justeras reglerna för kostnadsfördelning av värmeanvändningen beroende på om termostatventiler installerats eller inte. I till exempel Polen sätts andelen av den fasta kostnaden som fördelas mellan hyresgästerna till 90% av fastighetens värmekostnader om det inte finns termostatventiler installerade [2].

Fördelen med fördelningsmätare är att de ofta är ekonomiskt lönsamma och tekniskt möjligt att installera i befintliga byggnader med ”typiska” radiatorsystem (framförallt i fastigheter med vertikala stammar) [2], [3]. Däremot regleras dessa inte av krav gällande mätteknik och saknar därmed krav för bland annat produkttester vad gäller prestanda och efterföljande kontroller för verifiering av mätning.

En omfattande sammanställning som utfördes av L. Canal et al. 2019 [2] från över 130 publikationer konstaterade att mätnoggrannheten för dessa mätare varierar mellan 4,9%-37,7% där medelvärdet ligger på 8,1%. Medan för *tidsräknande fördelningsmätare* varierar mätnoggrannheten mellan 5,7%-37,1% med ett medelvärde på 10,3%. [2]

2 Exempel på kostnadsfördelning av IMD värme i olika länder

Europeiska kommissionen har tagit fram rekommendationer [5] för implementering av nya mätsystem och debitering enligt *energieffektiviseringsdirektivet* [1] med syftet att underlätta för en effektiv och enhetlig tillämpning av direktivets bestämmelser om IMD. I dessa konstateras att det inte finns ett enstaka korrekt sätt för fördelning av värmekostnaderna mellan hyresgäster utan att det snarare finns flera modeller som kan tillämpas och som resulterar i incitament för att minska individernas energianvändning.

Där kostnadsfördelningsmodeller förekommer delas den totala energianvändningen och kostnaden för värme upp i en rörlig del och en fast del [2], [6]. Vid implementering av IMD har fördelningen mellan de rörliga- och fasta kostnaderna betydelse för energibesparingspotentialen relaterat till beteendeförändring hos hyresgäster. För att åstadkomma en hög energibesparingspotential bör andelen av den rörliga kostnaden vara hög, runt 50–70% av fastighetens totala värmekostnad [6]. Fördelningen har även stor betydelse för rättviseaspekter relaterat till brukarna. Om fördelning för den rörliga kostnaden som påverkas av den egna användningen

är lägre än 30% riskerar det att inte påverka beteendet och inte resultera i energibesparing [6].

Flertalet studier lyfter fram svårigheter med fördelningen av värmekostnader för flerbostadshus pga. värmeöverföring som sker mellan lägenheter. Värmebehovet kan därmed skilja sig mellan lägenheter beroende på dess placeringen i fastigheten [6], [2], [3], [7], [8]. Utöver detta påverkas värmeanvändningen av bland annat värmeförluster i distributionssystemet och uppvärmning av allmänna ytor [6]. Detta har lett till att många länder tagit fram fördelningsregler eller korrektionsfaktorer.

J. Rose et al. fastslog att utvecklingen av en metod som på ett korrekt och rättvist sätt fördelar värmekostnaden mellan hyresgäster i flerbostadshus är en svår uppgift, speciellt då nya byggnader blir mer energieffektiva. För att ta fram en rättvis kostnadsfördelning krävs noggrannare mätningar och fler mätningar i fastigheterna och blir därmed omöjligt att utföra utan att samtidigt vara extremt komplext [9].

Tabell 1 nedan presenterar olika länders tillåtna andel för fördelning av värmekostnader. Tabellen presenterar även information för olika regler och krav gällande fördelning av värmekostnader mellan hyresgäster vid implementering av IMD. Tabellen är en sammansättning av tabell 1 presenterad av L. Canale et al. [2] (vars sammanfattning baseras på 43 publikationer) och JRC tekniska rapport [6], tabell 3 samt kapitel 3. Tabellen har även kompletterats med information från ytterligare studier (se referenser i tabellen).

Tabell 1 Olika länders regler och krav för kostnadsfördelning av värme samt tillåtna intervall för andelen rörlig- och fast kostnad. [2] [6] [7]

Land	Rörlig kostnad		Fast kostnad		Kommentarer
	Min	Max	Min	Max	
Österrike	55%	75%	25%	45%	Regler finns för hur kostnadsfördelningen ska ske i flerbostadshus med gemensamt värmeförsörjningssystem. De fasta kostnadernas fördelning baseras på golvarea. En överenskommelse mellan den ansvarige parten för värmedistributionen (ex. fastighetsägare) och konsumenten görs för att bestämma den exakta fördelningen av kostnaderna. Om ingen överenskommelse nås sätts de rörliga kostnaderna till 65%.
Belgien	-		-		Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme.
Bulgarien	60–75%		25–40%		Regler finns för hur kostnadsfördelningen ska ske. Värme som krävs för uppvärmning av en bostadslägenhet delas oftast upp i tre delar. Värme för allmänna utrymmen, värmesystemets värmeförluster och värme för uppvärmning av bostaden. Den fasta kostnaden beräknas fram från framtagen ekvation och ligger vanligtvis runt 25–40% som fördelas på alla konsumenter i proportion till uppvärmd volym. I den fasta kostnaden ingår kostnader för uppvärmning av allmänna utrymmen och kostnader relaterat till värmesystemets värmeförluster.
Cypern	-		-		Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme.
Kroatien	10–50% [2]		-		Krav finns för att installera värmemängdsmätare eller fördelningsmätare där det finns två eller fler lägenheter i en byggnad med centralt värmesystem. Det finns även beskrivet hur fördelningen av värmekostnaderna ska gå till, beroende på typ av mätare och värmesystem. Allmänna utrymmen kräver mätning genom värmemängdsmätare dock framgår det inte tydligt hur kostnadsfördelningen mellan de boende därefter sker. [6]
Tjeckien	50%	70%	30%	50%	Krav finns för hur kostnadsfördelningen ska ske. De fasta kostnaderna fördelas beroende på golvarea. Vanligast förekommer installation av fördelningsmätare. Den totala värmekostnaden

					får inte vara lägre än 20% eller högre än 100% av byggnadens medelkostnader för värme per kvadratmeter. Det framgår inte tydligt vad det finns för regler kring kostnadsfördelningen för uppvärmning av allmänna utrymmen.
Danmark	>40% av den totala värmekostnaden (inkl. tappvarmvatten) >60% om endast rumsuppvärmning beaktas		<40% av den totala värmekostnaden (inkl. tappvarmvatten) <60% om endast rumsuppvärmning beaktas		Krav finns för hur kostnadsfördelningen ska ske. Siffrorna är framtagna från studier som visat att 40% av de totala värmekostnaderna användes för rumsuppvärmning, 35% för produktion och värmeförluster tillhörande varmvattenanvändning och 25% värmeförluster i värmesystemet. [9]
Estland	Intervall för variabel kostnad är inte specificerat i lagkrav, men ligger runt 40–60%		Intervall för fast kostnad är inte specificerat i lagkrav, men ligger runt 60–40%		Det finns inga riktlinjer från offentliga myndigheter i dagsläget. Däremot där IMD förekommer avgörs kostnadsfördelningen och/eller eventuella kompensationsfaktorer av fastighetsägarnas förening. Kostnader fördelas vanligtvis beroende på kvadratmeter och den individuella mätningen. Bostadsrättsföreningar använder sig ofta av rekommendationer föreslagna av olika företag som erbjuder mätning och eller/ kostnadsfördelningssystem.
Finland	-		-		Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme. Kostnaderna fördelas vanligtvis beroende på golvarea per lägenhet. Det finns inte heller krav på att installera värmemängdsmätare eller fördelningsmätare i flerbostadshus då dessa mätare anses vara ekonomiskt olönsamma i Finland.
Frankrike	70%		30%		Lagkrav finns för hur kostnadsfördelningen ska ske.
Tyskland	50%	70%	30%	50%	Regler finns för hur kostnadsfördelningen ska ske. Kostnadsfördelningen baseras på bostadens storlek och användning. Fastighetsägaren kan via överenskommelse med hyresgästen i fastighetskontraktet bestämma att fördelningen av den totala uppvärmningskostnaden baseras på boarea, förutsatt att intervallet är inom 30–50%. För vissa fall där de boendes påverkan är hög på värmeanvändningen och uppvärmning sker via olje- eller gaspanna samtidigt som värmesystemet är välisolerat ställs krav på att 70% baseras på individuell användning.
Grekland	-		-		Enligt tillgänglig information förutses det att regler för kostnadsfördelning implementeras, men är ännu inte definierade. Enligt studier sammanfattade av L. Canal et al. [2] fastställs de

					rörliga kostnaderna enligt en grekisk teknisk standard och bedöms från fall till fall. Dock är det oklart hur detta görs.
Ungern	50%	70%	30%	50%	Krav för hur kostnadsfördelningen ska ske i flerbostadshus finns endast för fastigheter med fjärrvärme. Kostnadsfördelningen hanteras av bostadsrättsföreningen. När fördelningsmätare installeras fördelas den fasta kostnaden för uppvärmning beroende på lägenheternas volym. Den rörliga kostnaden baseras på fördelningsmätarna i kombination med korrigeringsfaktorer beroende på rummets orientering. Det finns även gränser för andelen av kostnaden som får fördelas en lägenhet. Maximalt får man fördelas 2,5 gånger byggnadens medelsanvändning. Det finns inga krav på att installera mätare för mätning i gemensamma utrymmen. Ägarföreningen kan besluta hur värmekostnaderna för dessa utrymmen ska fördelas.
Irland	-		-		Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme.
Italien	Den frivilliga värmeanvändningen, > 70%		Den ofrivilliga värmeanvändningen		Krav finns för hur kostnadsfördelningen ska ske för flerbostadshus som har centrala uppvärmningssystem. Enligt krav delas rumsuppvärmningen upp i en "frivillig" användning (baseras på sådant som de boende själva kan påverka, ex. termostater) och en "ofrivillig" användning (ex. värmeförluster av byggandens egna distributionssystem). Beräkningen av den fasta kostnaden s.k. "ofrivilliga" kostnaden görs enligt en nationell standard, därmed varierar andelen rörlig- och fast kostnad för fall till fall. Om skillnaden mellan det lägsta och högsta energibehovet mellan lägenheter i byggnaden är större än 50% får andelen rörlig kostnad bestämmas av fastighetsföreningen/ägaren. Vid detta fall skall andelen av de fasta kostnaderna vara som högst 30%.
Malta	-		-		Enligt tillgänglig information förutses det att regler för kostnadsfördelning implementeras, men är ännu inte definierade.
Lettland	-		-		Enligt JRC tekniska rapport [6] finns det regler för kostnadsfördelningen och beskrivningar av olika beräkningsmetoder (ex. kostnader fördelade per kvadratmeter och lägenhet, eller per uppmätt användning eller en kombination av dessa). Bostadsägaren kan avgöra i sin förening vilken beräkningsmetod som ska användas. Enligt sammanställning utförd av L. Canal et al.

			[2] ställs det inga krav på att anta regler för kostnadsfördelning baserat på faktisk värmeanvändning.
Litauen	-	-	En nationell kommission (för energikontroll och energipriser) i Litauen har presenterat olika metoder för hur fördelning kan göras av värmeanvändningen. Fastighetsägaren/bostadsägaren kan avgöra vilken metod de vill använda. Valet behöver i sin tur bli godkänd av den nationella kommissionen ”National Commission for Energy Control and Prices”.
Luxemburg	-	-	Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme.
Nederländerna	Inga gränser är satta. En maxgräns finns däremot för de fasta kostnaderna och för priset per levererad GJ värme		På begäran från boende verifierar en fackman reglerna för värmekostnadsfördelningen som genomförts av värmeserviceföretaget.
Polen	Diskuteras. Om termostatventiler inte installeras är den fasta andelen till 90% av värmekostnaderna		Generella regler finns för fördelning av värmekostnader i flerbostadshus och ger fastighetsägare och fastighetsansvariga flexibilitet i val av metod. Kostnaden för uppvärmning av allmänna utrymmen fördelas beroende på golvarea per upptagen lägenhet. Fastställt i Polens <i>Energi lag</i> är att om en hyresgäst inte tillåter avläsning av den individuella mätaren eller manipulerar mätaren, debiteras byggnadens totala medelkostnad för uppvärmning. Enligt JRC tekniska rapport [6] verkar detta inte ha någon effekt för att ändra felaktigt beteende. Vid publiceringen av JRC tekniska rapport [6] diskuterades det i Polen gränser för andelen fasta kostnader där förslagen låg på att minimum ska vara mellan 55–90%.
Portugal	-	-	Enligt tillgänglig information finns inga regler eller krav i dagsläget för kostnadsfördelning vid IMD av värme.
Rumänien	40% (diskuteras)	60% (diskuteras)	Det är obligatoriskt att installera mätare för uppvärmning i varje lägenhet i flerbostadshus som har ett centralt uppvärmningssystem. Regler för fördelning av värmekostnader definieras av en teknisk norm och inkluderar beräkningsmetoder för hur detta ska göras. Diskussioner pågår om att anta en procentsats för rörliga kostnader på 40%.
Slovakien	40%	60%	Regler finns för hur kostnadsfördelningen ska ske. De totala värmekostnaderna delas upp i en rörlig del och en fast del. Den rörliga kostnaden är fastställd enligt lag på 40% men får justeras efter överenskommelse mellan parterna. Den rörliga delen baseras på använd värme som mäts

					via värmemängdsmätare eller fördelningsmätare. Den fasta delen baseras på en fördelning av golvarea per lägenhet och area för utrymmen som inte tillhör någon lägenhet. Även den rörliga andelen av kostnaden får justeras efter överenskommelse mellan parterna.
Slovenien	50%	80%	20%	50%	Den rörliga kostnadsandelen baseras på uppmätt användning. Den fasta kostnadsandelen fördelas i proportion till boendets storlek. Denna baseras på kostnad för uppvärmning av allmänna ytor och värmeanvändningen som inte mäts, ex. värmeförluster i systemet. Den totala användningen per kvadratmeter får inte vara lägre än 40% och högre än 300% av byggnadens medelsanvändning av värme per kvadratmeter. Det sistnämnda värdet bestäms via statistisk analys av 4 500 boenden. Min-värdet är satt för att frånga att boende stänger av värmen. Detta värde har även bedömts att vara den lägsta användningen som krävs för att byggnaden ska ha en lämplig lägsta temperatur.
Spanien	-		-		Det är obligatoriskt att installera mätare för uppvärmning i nybyggda byggnader som har ett centralt uppvärmningssystem. För befintliga byggnader finns inga krav förutom de fall där uppvärmningssystemet uppdateras/renoveras, då krävs installation av IMD. Ett lagförslag är under utarbetning i Spanien men är inte ännu godkänd. Denna fastslår att IMD anses som en åtgärd för energibesparing och effektivisering och att IMD ska blir obligatoriskt att installera i både i befintliga och nya byggnader. Riktlinjer har publicerats för centraliserade värmesystem för att definiera rörliga och fasta kostnader. Den fasta kostnaden rekommenderas sättas för att täcka bland annat värmeförluster i distributionssystemet, underhåll- och driftskostnader. Den rörliga kostnaden rekommenderas att baseras på den faktiska energianvändningen. [7]
Sverige	-		-		Det ställs inga krav på att installera värmemängdsmätare (alltid olönsamma) eller fördelningsmätare (i de flesta fall olönsamma) i flerbostadshus då dessa mätare anses vara ekonomiskt olönsamma i Sverige. [10] I de fall ett värmemätningssystem installeras finns det lagkrav på att värmekostnaderna skall baseras på faktisk användning. Det finns inga lagkrav för hur kostnader ska fördelas. Det är däremot vanligt att fördelningen baseras på lägenhetens storlek i relation till totala kvadratmeter av alla lägenheter i ett flerbostadshus.

Storbritannien	-	-	Regeringen föreslog inte att regler för fördelning av värmekostnader skulle antas efter nationell rådgivning. Däremot finns det regler och krav för installation av mätare vid nybyggnation för debitering. Där det anses vara lönsamt och tekniskt möjligt måste individuella mätare installeras för brukare anslutna till fjärrvärmenätet eller kommunala värmesystem.
----------------	---	---	--

2.1 Kompensationsfaktorer

Som nämnts tidigare lyfter flertalet studier svårigheter med fördelningen av värmekostnader för flerbostadshus pga. värmeöverföring som sker mellan lägenheter [6], [2], [3], [7]. Detta har lett till att många länder förutom att använda olika fördelningsregler för värmeanvändningen även tagit fram kompensationsfaktorer (korrektionsfaktorer).

Kompensationsmetoder är i vissa länder obligatoriskt att använda som exempelvis i Danmark, Tjeckien, Litauen medan det i andra länder är förbjudet som exempelvis i Österrike, Tyskland, Italien. I de flesta länder är dessa metoder frivilliga. [6]

Val av kompensationsmetoder kan vara viktigt för att skapa en rättvis fördelning av värmekostnaderna. Samtidigt tycks det vara svårbedömt hur dessa ska beräknas och kan få motsatt effekt där hyresgäster ser kompensationsmetoderna som orättvisa och istället minskar deras incitament för beteendeförändring som leder till energibesparing.

I tabell 2 nedan presenteras användningen av kompensationsmetoder i olika länder. Tabellen är en sammansättning av tabell 4 presenterad av L. Canale et al. [2] och JRC tekniska rapport [6], tabell 5 samt kapitel 3.

Tabell 2 Olika länders kompensationsfaktorer [2] [6]

Land	Kompensation	Kommentar
Österrike	Förbjudet	-
Bulgarien	Tillåtet	Tillämpas sällan
Tjeckien	Obligatoriskt	-
Tyskland	Förbjudet	-
Danmark	Obligatoriskt	Kompensationsfaktorer används på den totala andelen värmeanvändningen eller på andelen värme som hyresgästen själv använt. Kompensationsfaktorer kan bortses endast för de fall där värmeförlusterna redan ingår i hyran eller för de fall en utvärdering för att bestämma kompensationsfaktorn är för dyrt att utföra eller anses onödig. Dessa måste uppdateras vid större renoveringar/förändringar av fastigheten.

		För de fall där värden för värmeförluster inte tagits fram baseras kompensationsfaktorer på radiatorernas storlek, hur värmeanvändningen sett ut under tidigare år och jämförs med värden från liknande byggnader.
Estland	Tillåtet	Tillämpas ofta/brett och bestäms av fastighetsägarna/fastighetsföreningen. Ofta följs rekommendationer föreslagna av olika företag som erbjuder mätning och eller/kostnadsfördelningssystem.
Frankrike	Tillåtet	Hanteras av fastighetsföreningen.
Kroatien	-	Används ej.
Ungern	Tillåtet	Beräknas fram per rum i en lägenhet och tar hänsyn till rummets placering i fastigheten.
Italien	Förbjudet	-
Litauen	Obligatoriskt	-
Lettland	Tillåtet	Beräknas fram för varje byggnad av oberoende energiexperter.
Nederländerna	Tillåtet	-
Polen	Tillåtet	Hanteras av fastighetsägaren/förvaltaren och/eller oberoende tekniker.
Rumänien	Tillåtet	Beräknas fram per rum i en lägenhet och tar hänsyn till rummets placering i fastigheten.
Slovenien	Tillåtet	Beräknas fram för varje byggnad av oberoende energiexperter.
Slovakien	Tillåtet	-
Grekland	Tillåtet	Hanteras av fastighetsföreningen.

I tabell 3 presenteras exempel på intervall för kompensationsfaktorer i Ungern, Litauen och Rumänien där kompensationsfaktorer kan appliceras för lägenheter eller enstaka rum som har mindre fördelaktig placering i fastigheten (L. Canale et al. Tabell 3 [2]).

Tabell 3 Exempel på intervall för kompensationsfaktorer i olika länder [2].

Rum/Lägenheter	Ungern	Litauen	Rumänien
Lägre våningar	85-95%	85-90%	77*-90%
Mellan våningar	90-95%	85-100%**	90-100%**
Högre våningar	80-90%	75*-90%	72*-90%
Norr- orientering	95%	-	95-97%
Syd- orientering	-	-	103-105%

*Lägre värden (högre kompensering) ges för hörnrum på högre våningar.

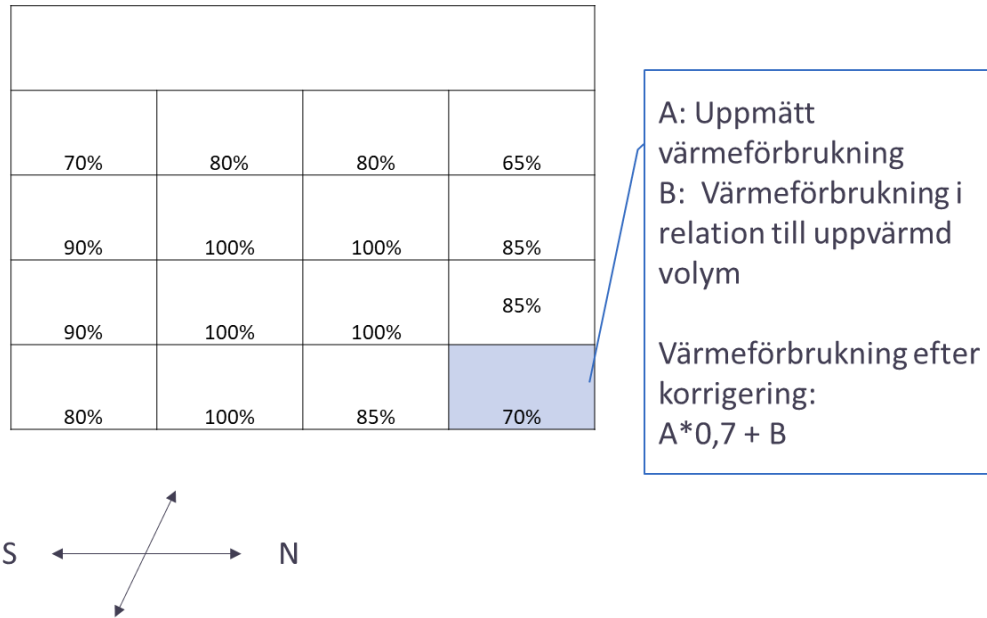
** Högre värden (lägre kompensering) ges till lägenheter på mellannivå med intelligande uppvärmda omgivningar.

Ett annat exempel visas i tabell 4 nedan, för Ungern, där kompensationsfaktorer tas fram per rum i en lägenhet och tar hänsyn till rummets placering i fastigheten (JRC tekniska rapport, Tabell 8 [6]).

Tabell 4 Kompensationsfaktorer i Ungern [6]

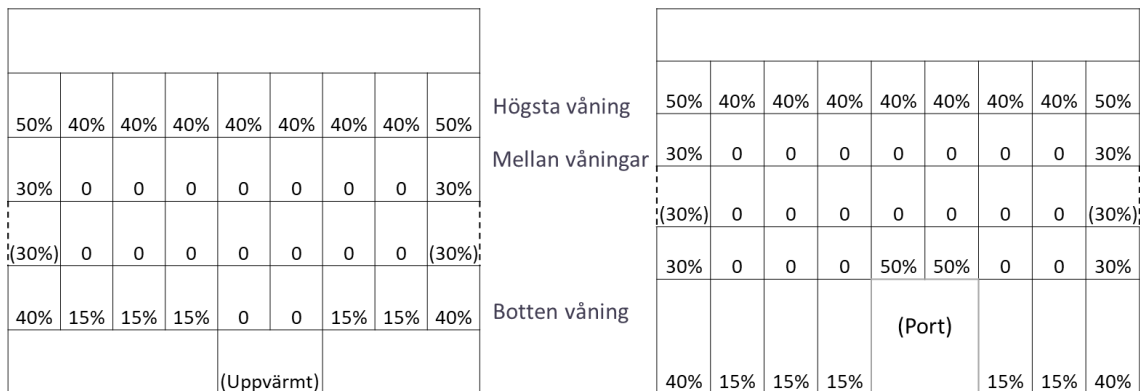
Rummets position i byggnaden	Kompensations faktorer
Bottenvåning ingen lokal under	-15%
Bottenvåning med lokal under	-10%
Ouppvärmd passage eller lokal bortanför porten	-15%
Lokaler bortanför uppvärmd bottenvåning	-5%
Lokaler bredvid uppvärmd trappa eller korridor	-10%
Lokaler direkt under platt tak	-20%
Lokaler under icke-inbyggd vind	-15%
Under inbyggd uppvärmd vind	-10%
Hörnrum med minst 2 ytor som vetter utåt	-10%
Kompensation för norrsidan	-5%

Figur 1 visar ett räkneexempel på hur fördelningen av värmekostnaderna kan se ut i Ungern med hänsyn till kompensationsfaktorerna i tabell 4 (JRC tekniska rapport, Figur 9 [6]).



Figur 1 Exempel på användning av kompensationsfaktorer [6]

Det sista exemplet, figur 2, visar hur kompensationsfaktorer kan se ut i Danmark för olika lägenheter (JRC tekniska rapport, figur 7 [6]).



Figur 2 Exempel på kompensationsfaktorer i Danmark [6]

2.1.1 Värmeförluster mellan lägenheter

Följande redovisning ska ses som en indikation på hur värmeförluster mellan lägenheter kan se ut. Dessa påverkas av olika driftförhållanden, exempelvis en viss storlek på lägenheter, temperaturer i de studerade lägenheterna och de omgivande lägenheterna, internt värmetillskott, klimatdata m.m.

Lägenheter som har en högre temperatur än de omgivande lägenheterna kommer transportera värme till dessa. Medan en lägenhet där värmen stängs av kommer få en bytande mängd värmetransport från alla närliggande lägenheter [3], [11].

I en studie från Svenska Fjärrvärmeföreningen visas att för en mittenlägenhet som har en inomhustemperatur på 22 °C kommer denna bidra med 2,6 MWh till övriga fyra intilliggande lägenheter som har en inomhustemperatur på 21°C. Om denna mittenlägenhet stänger av värmen och de intilliggande lägenheterna har en inomhustemperatur på 22 °C kommer dessa bidra med sammanlagt 6 MWh till denna lägenhet som får en inomhustemperatur på 19,5 °C, [3].

En dansk studie redovisade att lägenheter som höjer sin temperatur med 1°C jämfört med intilliggande lägenheter kan förvänta sig att ha ett ökat värmebehov på ca. 6%. Samtidigt visade studien att denna andel varierar mellan olika lägenheters placering och byggår och ligger snarare i intervallet 10,6%-37,7% [9].

2.2 Överblick – Svårigheter med IMD för värme

Som nämnts både i avsnitt 1.2 och 1.3 tar flera studier upp svårigheter med kostnadsfördelning för värme vid IMD. I tabell 5 nedan presenteras olika lönsamhetsaspekter, rättviseaspekter, tillförlitlighetsproblematik och problematik med kompensationsstrategier för IMD som lyfts i olika publikationer

Tabell 5 Överblick över relevanta publikationer som tar upp lönsamhetsaspekter, rättvisaspekter, tillförlitlighetsproblematik och problematik med kompensationsstrategier för IMD

Ämne	Resultat/problem som lyfts	Referens
Lönsamhetsaspekter	<p>Finland har fastställt att IMD för värme inte är lönsamt. Detta baseras på den utredning som den finländska Teknologiska forskningscentralen, VTT, har utfört. Där fastställs att IMD för värme endast är ekonomiskt lönsamt för en obetydlig del av byggnadsbeståndet (1%).</p> <p>Enligt utredningen kan mätningen inte ge tillförlitliga uppgifter om hänsyn ska tas till en rättvis debitering per lägenhet. Detta eftersom det inte finns något allmänt godkänt förfarande för hur fördelningen av värmekostnader ska göras pga. den värmeöverföring som sker mellan lägenheter. Därmed går det inte att säkerställa en rättvis fördelning av kostnaderna. Det anses vara mer kostnadseffektivt att investera i att förbättra inställningar och kalibrera byggnadens uppvärmningssystem och värmenätet.</p>	<p>Finska arbets- och näringsministeriet [12]</p> <p>Miljöutskottets utlåtande [13]</p> <p>L. Canale et al. [2]</p>
Lönsamhetsaspekter	<p>Monte Carlo simuleringar utfördes för att utvärdera lönsamheten för IMD. Studien från 2015 och uppföljningsstudien från 2018 fann att IMD med värmemängdsmätare vid ny- eller ombyggnad är alltid olönsamt.</p> <p>Investeringen för IMD med fördelningsmätare för majoriteten fastighetsägare inte är kostnadseffektivt i befintliga fastigheter i Sverige.</p>	<p>Boverket [10], [14]</p>
Rättvisaspekter	<p>Flertalet studier lyfter fram svårigheter med fördelningen av värmekostnader för flerbostadshus pga. värmeöverföring som sker</p>	<p>L. Canale et al. [2]</p> <p>Svenska Fjärrvärmeföreningen [3]</p>

	<p>mellan lägenheter. Denna resulterar i att värmebehovet skiljer sig mellan lägenheter beroende på dess placeringen i fastigheten.</p> <p>Detta har lett till att många länder förutom att använda olika fördelningsregler för värmeanvändningen även tagit fram kompensationsfaktorer (kompensationsfaktorer).</p> <p>Val av kompensationsmetoder kan vara viktigt för att skapa en rättvis fördelning av värmekostnaderna. Samtidigt tycks det vara svårbedömt hur dessa ska beräknas och kan få motsatt effekt där hyresgäster ser kompensationsmetoderna som orättvisa och istället minskar deras incitament för beteendeförändring som leder till energibesparing.</p> <p>En del länder introducerar därför olika varianter av individuella fördelningsregler för värmekostnaderna där boende får betala en lägsta summa för värme för att motverka att man stänger av värmen helt i en lägenhet. Andra har även introducerat påföljder / böter för att komma runt problem med att boende inte tillåter mätavläsning eller manipulerar mätarna.</p> <p>Andra påföljder kan vara förvärring av den ekonomiska situationen för hushåll som riskerar energifastigdom. I exempelvis hushåll med sämre ekonomi förekommer det att boende stänger av värmen under vissa perioder. Vid en introduktion av IMD och en fördelningsstrategi på fast och rörlig kostnad, kan kostnader för boende i lägenheter som har sämre placering i fastigheten öka.</p>	<p>JRC Teknisk rapport [6]</p> <p>J. Terés-Zubiaga et al. [7]</p>
--	--	---

<p>Tillförlitlighetsproblematik & Kompensationsstrategier</p>	<p>Problematik som tas upp är bland annat att mängden värme som levereras till en lägenhet inte nödvändigtvis är mängden värme som används i lägenheten pga. värmeförluster mellan lägenheter. Därmed ifrågasätts om mätningar för levererad värme till lägenheter är tillräckligt för att fördela värmekostnaderna mellan lägenheter. Att använda kompensationsfaktorer för att komma runt detta, för rum/lägenheter med ofördelaktig placering, är enkelt att tillämpa men metodens noggrannhet är begränsad.</p> <p>P. Mogensen lyfter problematik kopplat till att värmeanvändning påverkas av både fastighetens egenskaper och de boendes beteende. Fastigheter vars termiska prestanda är dåligt skulle behöva renoveras vid installation av IMD. Idealiskt ska uppvärmningskostnaden endast baseras på de boendes beteende.</p>	<p>L. Canale et al. [2] S. Siggelsten et al. [15] P. Morgenstern et al. [16]</p>
<p>Rättvisaspekter</p>	<p>Fördelningsmetoder för värmekostnader anses resultera i betydande fel och anses inte rättvisa om hänsyn inte tas till värmeförluster mellan lägenheter och värmevinster från värmedistributionssystemet.</p> <p>Metoder för värmekostnadsfördelning som tar hänsyn till dessa faktorer har tagits fram, dock behöver metodernas noggrannhet förbättras och studier pågår fortfarande för att utveckla metoderna.</p>	<p>P. Michnikowski [8] S. Siggelsten [11]</p>
<p>Rättvisaspekter</p>	<p>Problem som uppstår är att lägenheter värms till olika temperaturer som återigen leder till problematik för hur fördelningen av värmekostnader ska göras pga. den värmeöverföring som då sker mellan lägenheter.</p>	<p>J. Rose et al. [9]</p>

	<p>Utvecklingen av en metod som på ett korrekt och rättvist sätt fördelar värmekostnaden mellan hyresgäster i flerbostadshus är en svår uppgift, speciellt då nya byggnader blir mer energieffektiva. För att ta fram en rättvis kostnadsfördelning krävs noggrannare mätningar och fler mätningar i fastigheterna och blir därmed omöjligt att utföra utan att samtidigt vara extremt komplext.</p>	
Kostnadsfördelningsproblematik	<p>Här analyseras bland annat kravet i Danmark på att minst 40% av de totala värmekostnaderna i en fastighet ska fördelas baserat på IMD. Denna siffra baserades på studier som visade att 40% av de totala värmekostnaderna användes för rumsuppvärmning. J. Rose et al. ifrågasätter siffran då deras studie visade att i äldre byggnader används minst 50% av de totala värmekostnaderna för rumsuppvärmning medan i nyare byggnader är det snarare 30% och att i framtiden kommer denna siffra vara nere på 6%. Studien nämner även att äldre byggnader kommer genomgå energirenoveringar som leder till att deras användning snarare hamnar på samma nivå som nyare byggnader. Men att sänka denna andel vore samtidigt att ta bort incitament för brukare att vilja energibespara.</p>	J. Rose et al. [9]
Kompensationsstrategier	<p>L. Canale et al. [2] listar i sin studie för och nackdelar med olika kompensationsstrategier som sammanfattats från 15 publikationer. Dessa kan sammanfattas på följande sätt:</p> <p>Kompensationsmetoder med hänsyn till energianvändning och en fast kompensationsfaktor för rum med ofördelaktig placering är enkel att tillämpa men har begränsad tillförlitlighet och kan för vissa brukare leda till minskning av incitament för beteendeförändring. Metoder som</p>	L. Canale et al. [2]

	<p>använder sig av värmeförlustandelar eller energieffektiviseringsfaktorer anses vara väldigt noggranna men vars beräkningsmetod är extremt komplext. Metoder som beaktar ”stulen värme” mellan lägenheter anses förhindra att ett för lågt börvärde på temperaturen sätts men även denna beräkningsmetod anses vara extremt komplext.</p> <p>Kompensationsmetoder med hänsyn till termisk komfort och börvärdes temperaturer och driftstider eller metoder som tittar på förhållandet inomhustemperatur/utomhustemperatur och komfort anses ha en bra noggrannhet men kräver specifika och fler mätinstrument och tar ej hänsyn till ineffektivt beteende som öppna fönster.</p>	
Kostnadsfördelningsproblematik	<p>Något som diskuteras är hur investerings- och energibesparingskostnaderna ska fördelas mellan fastighetsägare och hyresgäster. Problematiken ligger i att den part som inte betalar för energianvändningen, saknar incitament för att utföra energisparåtgärder (vare sig det handlar om beteendeförändringar eller energieffektiviseringsinvesteringar).</p>	<p>J. Melvin [17] P. Morgenstern et al. [16]</p>
Övriga effekter vid installation av IMD för värme	<p>En remiss från Fastighetsägarna nämner att för de fall IMD för värme införts visar dokumenterad erfarenhet från kommunala bostadsbolag att energianvändningen inte minskar utan snarare ökar.</p>	<p>Fastighetsägarna Sverige [18]</p>

3 Erfarenheter från IMD värme i Sverige

Sveriges Allmännyttiga (tidigare SABO) har samlat in statistik från sju allmännyttiga bolag, totalt 7865 lägenheter, som installerat IMD för värme. Sammanställningar visar att majoriteten boende i dessa byggnader väljer en inomhustemperatur runt 21–22 °C. I genomsnitt väljer hyresgästerna 21,7 °C. Detta är en något högre temperatur än de 20–21 °C som fastighetsägare utan IMD av värme levererar i sina byggnader. [19] Tabell 6 sammanfattar den insamlade statistiken.

Tabell 6 Insamlad statistik från sju allmännyttiga bolag som installerat IMD för värme [19]

Bostadsbolag	Lägenheter med IMD av värme och mätmetod	Affärsmodell	Genomsnittliga temperaturval
Familjebostäder	Flödesmätning & temperaturmätare i 74 lägenheter. Debitering av värme har avslutats	Värme ingår inte i hyran. Ingående värme till varje lägenhet mättes månadsvis. Hyresgäster debiterades 0,74 kr/ansvärd kWh	22,5 °C (ingen valde en temperatur under 21°C)
Helsingborgshem	Komfortmätning (dvs. temperaturmätning i varje lägenhet) i 3674 lägenheter	21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 18 - 23°C. Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på 45 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m ² . Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp. Om temperaturen går under 18°C sätts temperaturen automatiskt till 21°C. Värmen debiteras mellan oktober och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 12°C.	21,7 °C (15% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 3% valde en temperatur under 20°C)

<p>Höganäshem</p>	<p>Komfortmätning i 35 lägenheter</p>	<p>21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 18 - 23°C.</p> <p>Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på 55 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m².</p> <p>Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp.</p> <p>Om temperaturen går under 18°C räknas temperaturen som 18 °C.</p> <p>Värmen debiteras mellan oktober och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 12°C.</p>	<p>21,7 °C</p> <p>(14% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 8% valde en temperatur under 20°C)</p>
<p>Kalmarhem</p>	<p>Komfortmätning i 932 lägenheter</p>	<p>21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 18 - 23°C.</p> <p>Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på 55 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m².</p> <p>Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp.</p> <p>Värmen debiteras mellan september och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 12°C.</p>	<p>21,7 °C</p> <p>(15% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 4% valde en temperatur under 20°C)</p>

<p>Lunds Kommuns Fastighet AB</p>	<p>Komfortmätning i 3000 lägenheter</p>	<p>21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 18 - 24°C.</p> <p>Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på drygt 50 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m2.</p> <p>Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp.</p> <p>Om temperaturen går under 18°C räknas temperaturen som 18 °C. Under 16°C debiteras som 24°C för att undvika att lägenheter kyls ut.</p> <p>Värmen debiteras mellan oktober och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 12°C.</p>	<p>21,5 °C</p> <p>(3% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 2% valde en temperatur under 20°C)</p>
<p>Uddevallahem</p>	<p>Komfortmätning i 32 lägenheter</p>	<p>21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 18 - 23°C.</p> <p>Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på 45 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m2.</p> <p>Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp.</p> <p>Om temperaturen går under 18°C sätt temperaturen till 21 °C.</p>	<p>21,5 °C</p> <p>(25% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 6% valde en temperatur under 20°C)</p>

		Värmen debiteras mellan oktober och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 12°C.	
Övikshem	Komfortmätning i 123 lägenheter	<p>21° C ingår i hyran. Hyresgästerna kan välja en temperatur mellan 19 - 23°C.</p> <p>Väljer hyresgästen att öka sin lägenhets temperatur över 21°C medför detta en kostnad på 38 kr/ °C, och månad för en normalstor 3:a på 75 m².</p> <p>Väljer hyresgästen att minska sin temperatur görs ett avdrag på hyran med samma belopp. (dock lägst till 19°C)</p> <p>Värmen debiteras mellan oktober och april. Debitering uteblir när utetemperaturen är över 14°C.</p>	<p>22 °C</p> <p>(4% valde en temperatur mellan 20-21°C. och ca. 5% valde en temperatur under 20°C)</p>

Svensk allmännyttan konstaterar att om hyresgäster erbjuds att kunna ha en temperatur som är högre än de normalt 20-21°C som ingår i hyran, kommer flera hyresgäster att efterfråga högre temperaturer. Hyresgäster anser sig ha råd med den ökade kostnaden för att få det varmare. Den totala energianvändningen i byggnaden kommer då att öka, vilket motverkar syftet med IMD [20].

Nästintill alla fastighetsbolag som ingått i statistiken har använt komfortmätning i lägenheterna, som är den vanligaste typen av mätning i Sverige (2013) [21]. En av fördelarna som tas upp med mätmetoden är att fördelningen på värmekostnaderna upplevs som rättvis då kostnaderna baseras på den rumstemperatur som en hyresgäst eftersträvar och att värmeförluster inte påverkar debiteringen i de allra flesta fall [21].

Argument mot komfortmätning är att detta är en metod som inte tar hänsyn till bland annat ineffektivt beteende hos hyresgäster så som öppna fönster [2], [22]. Vissa lägenheter kan av olika anledningar få svårt att tillhandahålla önskad

temperatur. Exempelvis kan hyresgäster välja att öppna fönster vilket sänker temperaturen inne men samtidigt gör att radiatorerna ökar sin värmeförsel för att upprätthålla den satta temperaturen [20]. Därmed debiteras hyresgästen för den låga temperaturen men använder mer värme. Mätmetoden tar inte heller hänsyn till internvärmelaster som kan medföra ökade värmekostnader.

Ytterligare argument mot komfortmätning som identifierats är att då värmekostnaderna inte är direkt beroende av verklig energianvändning riskerar fastighetsägare att inte få betalt för fastighetens totala värmekostnader. Den ökade kostnaden som inte täcks av hyresgästerna behöver därför läggas på den fasta kostnaden vilket i slutändan innebär att hyresgästens totala kostnad blir högre än innan IMD. Detta inses sannolikt inte av hyresgäster, utan de lever i föreställningen att kostnaderna är mindre vid IMD. När hyresgäster vill ha högre inomhustemperatur än vad som normalt brukar ingå i hyran kan fastighetsägare behöva höja framledningstemperaturen, vilket dels leder till att den förväntade energibesparingen uteblir och dels kan leda till högre kostnader för fastighetsägaren då det kan behövas en uppgradering av värmesystemet, för att klara av högre energileverans [21], [20]. Komfortmätning är inte tillåten att använda i Tyskland [22].

Genom att istället frånga den individuella debiteringen vid komfortmätning, dvs. endast mäta inomhustemperaturen kan fastighetsägare optimera driften för att på så sätt energieffektivisera [20].

3.1 Erfarenheter från fastighetsbolag kring IMD av värme

Samtal har genomförts med representanter från tre fastighetsbolag.

Sammanställning av diskussionerna presenteras i tabell 7. Följande personer har bidragit med sina erfarenheter kring IMD av värme:

- Christian Gillheim teknisk projektledare - Helsingborgshem
- Andreas Hansson, drifttekniker - Bostads AB Poseidon
- Mattias Olsson ansvarig för meter data - Bostads AB Poseidon
- Kenneth Ahlström- Kopparstaden AB

Tabell 7 Erfarenheter från fastighetsbolag kring IMD av värme

Bostadsbolag	Mätmetod & Affärsmodell	Erfarenheter
Helsingborgshem	<p>Helsingborgshem var tidiga med att installera IMD för värme men avskaffade detta i slutet av 2018.</p> <p>Mätning via temperaturgivare, dvs. komfortmätning.</p> <p>Hyresgästerna kunde välja en temperatur mellan 18-23°C. Använde man mer än temperaturen som ingick i hyran fick man betala en förutbestämd summa mer och använde man mindre, betalade man samma summa mindre, vilket även beskrivs i tabell 6.</p>	<p>Hyresgäster upplevde att de hade mindre möjlighet att påverka sin inomhustemperatur med IMD för värme än innan det infördes. Detta kan bero på att hyresgäster blir mer medvetna om inomhusklimatet med IMD. Utan IMD för värme tänker hyresgästen inte på hur systemet fungerar och öppnar fönster om det är för varmt. Med IMD får hyresgästen möjlighet att justera temperaturen men när ändringen inte sker direkt och inte till exakt temperatur, dvs varken i den takt eller på det sätt som hyresgästen kanske vill bidrar det till att hyresgäster upplever att systemet inte fungerar.</p> <p>Det finns inte tillräckligt stort ekonomiskt incitament för hyresgäster att minska inomhustemperaturen. Den eventuella ekonomiska besparingen på en månad ligger i samma storleksordning som kostnaden ”för en kaffe latte på stan”. Hyresgäster vill ha det varmare än vad som normalt brukar ingå i hyran och anser därmed ha råd med den ökade kostnaden för att få det varmare. Erfarenheter talar till att medeltemperaturen blivit varmare inne istället för kallare som ett resultat på det svaga ekonomiska incitamentet. Som följd till den ökade temperaturen, än vad som normalt brukar ingå i hyran, måste fastighetsägare ibland höja framledningstemperaturen. Energianvändning för fastigheter med IMD och värme ökar istället för att minska vilket motverkar syftet med IMD för värme. Utan IMD kan fastighetsägaren istället justera värmesystemet så att alla får exempelvis 21°C och det blir lättare att minska energianvändningen i byggnaden.</p> <p>Förutom brist på ekonomiska incitament ansågs modellen vara svår. Både med avseende på att få en rättvis fördelning mellan hyresgäster, pga. värmeförluster mellan lägenheter och lägenheter i ogynnsamma placeringar, och att förklara för</p>

		<p>hyresgästerna hur modellen fungerade. Det var svårt att påvisa vilka orsaker som låg bakom varför en lägenhets temperatur var låg eller hög. Till exempel om en hyresgäst ställer in en låg temperatur så kan lägenheten ändå få en hög temperatur om närliggande lägenheter väljer att ha varmare. Ett annat exempel är att med många gäster blir temperaturen hög även om inställningen är på en låg temperatur och värmeförlusten till lägenheten är låg. Ett tredje exempel är att ett öppet fönster ger låg temperatur och låg kostnad fastän energianvändningen ökar för lägenheten.</p> <p>I lägenheter som inte har IMD är det framförallt klagomål om att det är för kallt under höst och vår. Enligt statistik var det en 5% ökning av klagomål gällande låg temperatur från 2018 (då IMD värme togs bort) till 2019. Dessa 5% är på totala beståndet och kan ses som en marginell ökning (inom felmarginalen).</p> <p>Den intervjuade anser dessa problem skulle kvarstå om fördelningsmätare används istället. Det vill säga att både brist på ekonomiska incitament och att förklara för hyresgäster varför det kan tyckas inte vara helt logiskt eller rättvist. Det är bättre att satsa på kommunikation, utbildning för ”smarta energimedborgare”.</p>
<p>Bostads AB Poseidon</p>	<p>IMD för värme finns installerat på en fastighet 2005.</p> <p>I fastigheten finns ett-rörssystem med en slinga per lägenhet. I varje lägenhet mäts värmeförlusten med flödesmätare. Samtidigt finns en central mätare på fjärrvärmens som mäter värmeförlusten från leverantören.</p> <p>Hyresgäster debiteras med de tariffer som erhålls från Göteborg Energi och varierar under en säsong.</p>	<p>De intervjuade har mestadels negativa erfarenheterna från IMD av värme. IMD av värme anses vara svårt när det gäller att få en rättvis kostnadsfördelning, särskilt för stora fastigheter, med avseende på lägenheternas olika placeringar och därmed de värmeförluster som uppstår till följd av detta och med avseende på värmeförluster som sker till följd av olika inomhustemperaturer.</p> <p>Klagomål har kommit in från hyresgäster med anledning till att fastän de har stängt av värmen helt så har de fått höga kostnader.</p>

	<p>Alla lägenheter har kallhyra. Registrerad energianvändning på de individuella mätarna debiteras hyresgästen. Hyresgästerna har möjlighet att justera temperaturen inom ett visst intervall men kan inte stänga av värmen helt (grundvärme finns).</p>	<p>Ytterligare erfarenheter är att hyresgäster vill ha varmt. En högre medel inomhustemperatur förekommer i fastigheter med IMD jämfört med övriga fastigheter. Det ekonomiska incitamentet har visat sig inte vara tillräckligt stort för hyresgäster att sänka inomhustemperaturen.</p>
<p>Kopparstaden AB</p>	<p>2012 installerades IMD i ett passivhus med 56 lägenheter. Systemet består av två centrala värmeväxlare och värmemängdsmätare och ett separat VVC-system som sedan går till varje lägenhet. Varje lägenhet har en egen värmeväxlare och värmemängdsmätare för värme och varmvatten.</p> <p>Varje lägenhet hade ett eget abonnemang med Falu Energi och betalade direkt till dem. Dessutom tillkommer en kostnad för uppvärmning av gemensamma utrymmen.</p> <p>Investeringen av undercentraler med mätare var med i hela produktionskostnaden och kan inte särskiljas.</p>	<p>Projekterad energianvändning för byggnaden var 54 kWh/m² medan den uppmätta energianvändningen är 65 kWh/m². Orsaken till att inte projekterat värde uppnås beror bland annat på att mycket energi går ut i samband med VVC förluster, dvs. det tekniska systemets utformning och att hela värmesystemet har haft flera driftproblem.</p> <p>Modellen anses vara svår att kommunicera och förklara för hyresgästerna. Exempelvis hur det kommer sig att ena lägenhetsinnehavaren betalar 30 kr och den andra 100 kr, fastän temperaturen är högre i den som betalar lågt. Detta har ytterligare komplicerats med driftproblem, bland annat ventiler som inte löst ut, vilket gjort att vissa lägenheter använt mer värme och Kopparstaden har fått kompensera för vad lägenheten skulle ha använt normalt.</p> <p>På grund av alla problem har Kopparstaden nu plockat ned de individuella mätarna och nu bytt tillbaka till ett normalt värmedistributionssystem. Hyresgäster debiteras nu med ett värmetillegg på hyran. Kopparstaden beräknar att de nu kommer att använda mindre energi för byggnaden totalt och kanske till och med klara passivhuskraven. Som exempel var användningen 22% lägre i januari 2020 än 2019*. Detta baseras på att det nya systemet som installerats inte behöver cirkulera så mycket värme i VVC på sommaren.</p>

		<p>Erfarenheter från IMD är att hyresgäster vill ha det varmare än vad som normalt brukar ingå i hyran. De flesta har haft en inomhustemperatur på 22-23 °C och några har haft upp mot 24 °C.</p> <p>IMD av värme kommer inte installeras igen, mer än möjligtvis i parhus eller andra typer av hus som har distinkta huskroppar.</p>
--	--	---

* Här behöver det dock poängteras att värdet inte är beräknat på normalårskorrigerade värden och januari 2020 var varmare än året innan

4 Fördelning av investeringskostnader och energibesparingsvinst

För de fall där en investering av IMD för värme är aktuell, behöver fördelningen av investeringskostnaderna och energibesparingsvinsten mellan hyresgäster och fastighetsägaren ses över. Som nämnts tidigare finns inte ett enstaka korrekt sätt för fördelning av värmekostnader mellan hyresgäster, det finns snarare flera modeller som kan tillämpas där det gäller att hitta den modell som bäst skapar incitament för beteendeförändring hos hyresgäster.

Fyra olika alternativ presenteras nedan för fördelning av investeringskostnader och energibesparingsvinst mellan fastighetsägare och hyresgäster.

- Alternativ 1: Kostnader för *investering fördelas mellan lägenheter och energibesparing* tillfaller hyresgäst
- Alternativ 2: Kostnader för *investering fördelas efter area och energibesparing* tillfaller hyresgäst
- Alternativ 3: Kostnader för *investering och energibesparing* fördelas på hyresgäst och fastighetsägare
- Alternativ 4: Kostnader för *investering* fördelas på hyresgäst och fastighetsägare. *Energibesparing* tillfaller hyresgäst

Att investeringskostnaden och energibesparingsvinsten tilldelas fastighetsägaren skulle innebära att incitament för energibesparingen försvinner, därmed har det inte inkluderats som något alternativ.

Samtliga alternativ kan anses vara lämpliga som myndigheternas rekommendationer på kostnadsfördelning. I kommissionens rekommendationer för implementering av direktivet (EED 2012/27/EU) [5] betonas att nationella kostnadsfördelningsregler inte nödvändigtvis behöver definiera varje detalj av hur kostnaderna fördelas. Medlemsstaterna kan välja att bara fastställa en ram som anger de viktigaste principerna eller parametrarna och ge regionala eller lokala myndigheter, eller till och med intressenter kopplade till enskilda byggnader, ett visst utrymme att fastställa eller komma överens om ytterligare detaljer.

4.1 Förutsättningar för fördelningsalternativ

Alternativen beskrivs nedan under respektive rubrik och med tillhörande beräkningsexempel. Observera att exemplen inte är skapade för att visa på lönsamhet, utan ska snarare ge bättre förståelse för de olika alternativen. Tabell 8 visar huvudantaganden och värden som använts i beräkningsexemplen.

Tabell 8 Antaganden och värden som används i beräkningsexempel för varje fördelningsalternativ

Flerbostadshus med 3 lägenheter			
Total area – lägenheter	220 m ²		
Medelvärmearvändning ¹	170 kWh/m ² vid 24°C		
	153 kWh/m ² vid 22°C		
	145 kWh/m ² vid 21°C		
Fjärrvärmekostnad	0,8 SEK/kWh		
Kostnader fördelningsmätare ²			
	<i>Drift</i>	220 SEK/lgh,år	
Kalkylränta 3%			
<i>Investering (projektering + mätare + administration)</i> ³	341 SEK/lgh,år		
	<i>Installation</i> ⁴	251 SEK/lgh,år	
Kalkylränta 5%			
<i>Investering (projektering + mätare + administration)</i> ⁵	392 SEK/lgh,år		
	<i>Installation</i> ⁶	289 SEK/lgh,år	
Investeringens ekonomiska livslängd	15 år		
	Före IMD	Efter IMD kalkylränta 3%	Efter IMD kalkylränta 5%
Inomhustemperatur	24 °C	21,7 °C	21,7 °C
Värmeanvändning	37 400 kWh	32 810 kWh	32 810 kWh
Kostnad värme	29 920 SEK	26 248 SEK	26 248 SEK
Besparing (värmeanvändning före-efter)		4 590 kWh	4 590 kWh
Besparing pengar		3 672 SEK/år	3 672 SEK/år
Investeringskostnaden ⁷		1 777 SEK/år	2 044 SEK/år

¹ Medelvärmearvändningen sänks med 5% per 1°C [23]

² Uppskattade kostnader för investering i IMD för uppvärmning. Kostnaderna är baserade på fördelningsmätare, 4 radiatorer per lägenhet. Kostnader är exklusive moms. [24]

³ Annuitet av 4071 SEK/lgh under 15 år och vid en ränta på 3%.

⁴ Annuitet av 3000 SEK/lgh under 15 år och vid en ränta på 3%.

⁵ Annuitet av 4071 SEK/lgh under 15 år och vid en ränta på 5%.

⁶ Annuitet av 3000 SEK/lgh under 15 år och vid en ränta på 5%.

⁷ Summan av kostnaden för investering och installation multiplicerat med antal lägenheter.

Följande rekommenderas gälla oavsett val av modell:

- IMD för värme gäller endast för byggnader med övertemperatur. Lägenheter som har hög energianvändning men med en inomhustemperatur på 20°C täcks inte av IMD för värme.
- Den rörliga kostnaden kan inte bli noll. För att undvika att lägenheter kyls ner ska en hyresgäst inte kunna stänga av värmen. Innetemperaturen ska inte kunna bli lägre än 16°C även om man inte är hemma.

Annuitetsmetoden har använts för att beräkna den årliga kostnaden för investering och installation av IMD för värme under investeringens ekonomiska livslängd och vid en ränta på 3% respektive 5%. Annuitet av ett belopp beräknas fram genom följande ekvation:

$$\frac{r/100}{1 - \left(1 + \frac{r}{100}\right)^{-n}} * K_{investering/installation} \quad (1)$$

r	Ränta
n	Investeringens ekonomiska livslängd
K	Kostnaden för investering / installation

Uppvärmning av allmänna utrymmen fördelas lika per lägenhet då dessa utrymmen utnyttjas av alla hyresgäster i liknande utsträckning. I exemplen tillfaller denna post den fasta kostnaden, då det antas att temperaturen i detta utrymme inte justeras efter implementering av IMD. Effekter av lägenheternas placering, värmeförluster mellan lägenheter och allmänna utrymmen beaktas inte i exemplen, dvs inga kompensationsfaktorer används.

I övrigt ingår även i den fasta kostnaden värmeförluster från värmedistributionssystemet, nätverkskostnader och drift- & underhållskostnader för värmesystemet, uppvärmning av allmänna utrymmen samt administrativa kostnader. Den fasta kostnaden utelämnas från följande exempel då dessa endast ska beskriva fördelningsalternativen och förblir i princip lika före som efter implementering av IMD för värme. Hyresgästernas hyra kommer att behöva justeras så att kostnaden för uppvärmning före installation av IMD för varje lägenhet dras av från ordinarie hyresavi för att sedan läggas till med kostnad efter installation av IMD för de olika alternativen. Det innebär att hyresgästens hyra består av en grundhyra och en hyra för förbrukningen kallad ”IMD hyra”. Mer förklaring finns i [25].

I samtliga fall införs IMD av fastighetsägaren som står för administration, lån, oförutsedda driftkostnader m.m.

4.2 Alternativ för fördelning av kostnader

ALTERNATIV 1 – KOSTNADER FÖR INVESTERING FÖRDELAS MELLAN LÄGENHETER OCH ENERGIBESPARING TILLFALLER HYRESGÄST

Investeringskostnaden fördelas jämt på hyresgäster och blir en del av den fasta kostnaden. Energibesparingsvinsten tillfaller hyresgästen. Tabell 9 visar fördelningen enligt alternativ 1 för ett fiktivt flerbostadshus med tre lägenheter.

Tabell 9 Alternativ 1 för fördelning av kostnader med IMD för värme, beräknat med en kalkylränta på 3% respektive 5%.

	Lägenhet 1			Lägenhet 2			Lägenhet 3		
	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%
Inomhustemperatur [°C]	24	22	22	24	21	21	24	22	22
Area [m ²]	70	70	70	100	100	100	50	50	50
Andel av totala arean	32%	32%	32%	45%	45%	45%	23%	23%	23%
Värmeanvändning [kWh/år]	11900 ^I	10710 ^{II}	10710 ^{II}	17000 ^I	14450 ^{II}	14450 ^{II}	8500 ^I	7650 ^{II}	7650 ^{II}
Värmekostnad [SEK/år]	9 520	8 568	8 568	13 600	11 560	11 560	6 800	6 120	6 120
Kostnad IMD ^{III} [SEK/år]		592	681		592	681		592	681
Driftkostnad IMD [SEK/år]		220	220		220	220		220	220
Summa kostnader [SEK/år]	9 520	9 380	9 469	13 600	12 372	12 461	6 800	6 932	7 021

^I Den totala värmeanvändningen uppdelad på andel av lägenheternas totala area, dvs. lägenhet 1 använder 32% av den totala värmeanvändningen.

^{II} Efter IMD: medelvärmeanvändning vid ny temperatur multiplicerat med arean.

^{III} Kostnaden för IMD fördelas lika per lägenhet eftersom alla lägenheter har lika många mätare.

I alternativ 1 finns incitament för hyresgästen som kan leda till beteendeförändring och därmed energibesparing. Incitamentets storlek är större för större lägenheter och det finns en risk att kostnaden ökar för en enskild lägenhet, trots en minskad inomhustemperatur.

Energibesparingsvinsten behöver vara större än summan av investeringskostnaden och driftkostnaden för IMD för att en hyresgäst inte ska få en högre kostnad. I ovanstående exempel, för beräkningen med en kalkylränta på 3%, innebär det att lägenhet 3 skulle behöva sänka temperaturen till minst 21,6°C för att kostnaden

inte ska vara högre efter implementering av IMD. För en enskild lägenhet finns därmed en risk att kostnaden ökar trots att inomhustemperaturen har minskat.

Alternativ 1 resulterar i att det inte tillfaller fastighetsägaren någon vinst av att implementera IMD av värme men inte heller någon risk då investeringen betalas av hyresgästerna.

ALTERNATIV 2 - KOSTNADER FÖR INVESTERING FÖRDELAS EFTER AREA OCH ENERGIBESPARING TILLFALLER HYRESGÄST

Investeringskostnaden fördelas på hyresgäster efter area med motiveringen att en lägenhet med större area har större möjligheter att göra en större besparing. Energibesparingsvinsten tillfaller hyresgästen. Tabell 10 visar fördelningen enligt alternativ 2 för ett fiktivt flerbostadshus med tre lägenheter.

Tabell 10 Alternativ 2 för fördelning av kostnader med IMD för värme, beräknat med en kalkylränta på 3% respektive 5%.

	Lägenhet 1			Lägenhet 2			Lägenhet 3		
	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%
Inomhustemperatur [°C]	24	22	22	24	21	21	24	22	22
Area [m ²]	70	70	70	100	100	100	50	50	50
Andel av totala arean	32%	32%	32%	45%	45%	45%	23%	23%	23%
Värmeanvändning [kWh/år]	11900 ^I	10710 ^{II}	10710 ^{II}	17000 ^I	14450 ^{II}	14450 ^{II}	8500 ^I	7650 ^{II}	7650 ^{II}
Värmekostnad [SEK/år]	9 520	8 568	8 568	13 600	11 560	11 560	6 800	6 120	6 120
Besparing [kWh/år]		1 190	1 190		2 550	2 550		850	850
Kostnad IMD ^{III} [SEK/år]		565	650		808	929		404	464
Driftkostnad IMD [SEK/år]		220	220		220	220		220	220
Summa kostnader [SEK/år]	9 520	9 353	9 438	13 600	12 588	12 709	6 800	6744	6 804

^I Den totala värmeanvändningen uppdelad på andel av lägenheternas totala area, dvs. lägenhet 1 använder 32% av den totala värmeanvändningen.

^{II} Efter IMD: medelvärmeanvändning vid ny temperatur multiplicerat med arean.

^{III} IMD kostnaden som ska belasta hyresgästen fördelas efter area.

I alternativ 2 finns incitament för hyresgästen som kan leda till beteendeförändring och därmed energibesparing. Incitamenten är totalt sett lika stort för hyresgästerna som i alternativ 1 men med en annan fördelning. Jämfört med alternativ 1 minskar risken att små lägenheter får högre kostnad än innan installation av IMD.

Alternativ 2 resulterar även i att det inte tillfaller fastighetsägaren någon vinst av att implementera IMD av värme men inte heller någon risk då investeringen betalas av hyresgästerna.

ALTERNATIV 3 - KOSTNADER FÖR INVESTERING OCH ENERGIBESPARING FÖRDELAS PÅ HYRESGÄST OCH FASTIGHETSÄGARE

Investeringskostnaden och energibesparingsvinsten delas på hyresgästen och fastighetsägaren. Tabell 11 visar fördelningen enligt alternativ 3 för ett fiktivt flerbostadshus med tre lägenheter.

Tabell 11 Alternativ 3 för fördelning av kostnader med IMD för värme, beräknat med en kalkylränta på 3% respektive 5%.

	Lägenhet 1			Lägenhet 2			Lägenhet 3		
	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%
Inomhustemperatur [°C]	24	22	22	24	21	21	24	22	22
Area [m ²]	70	70	70	100	100	100	50	50	50
Andel av totala arean	32%	32%	32%	45%	45%	45%	23%	23%	23%
Värmeanvändning [kWh/år]	11900 ^I	10710 ^{II}	10710 ^{II}	17000 ^I	14450 ^{II}	14450 ^{II}	8500 ^I	7650 ^{II}	7650 ^{II}
Värmekostnad [SEK/år]	9 520	8 568	8 568	13 600	11 560	11 560	6 800	6 120	6 120
Besparing 50% [kWh/år]		595	595		1 275	1 275		425	425
Besparing 50% [SEK/år]		476	476		1 020	1 020		340	340
Kostnad IMD ^{III} [SEK/år]		296	341		296	341		296	341
Driftkostnad IMD [SEK/år]		220	220		220	220		220	220
Summa kostnader [SEK/år]	9 520	9 560	9 605	13 600	13 096	13 141	6 800	6 976	7 021

^I Den totala värmeanvändningen uppdelad på andel av lägenheternas totala area, dvs. lägenhet 1 använder 32% av den totala värmeanvändningen.

^{II} Efter IMD: medelvärmeanvändning vid ny temperatur multiplicerat med arean.

^{III} Kostnaden för IMD fördelas på hyresgästen och fastighetsägaren. Fastighetsägaren får stå för drygt 888 SEK/år men får samtidigt in 1836 SEK/år av energibesparingsvinsten.

Till skillnad från alternativ 1 och 2 resulterar alternativ 3 i att fastighetsägaren kan få en vinst av att implementera IMD av värme om lägenheterna har en gemensam energibesparing där summan är större än kostnaderna för IMD. Fastighetsägaren tar dock en risk som han inte har rådighet över. Om energibesparingen uteblir tillfaller ingen vinst fastighetsägaren eller hyresgästerna som därmed delar på förlusten av investeringskostnaden.

Nackdelen är att en stor del av incitamentet för besparingen försvinner jämfört med alternativ 1 och 2. Det finns även här en risk att en del hyresgäster kan få högre kostnad än innan implementering av IMD trots att de har en kallare inomhustemperatur.

Mindre lägenheter kommer inte kunna spara lika mycket som större vilket innebär att betyder att mindre lägenheter blir tvungna att sänka temperaturen mer om deras kostnad inte ska vara högre jämfört med innan implementering av IMD.

Exempelvis får lägenhet 1 och 3 en högre kostnad med alternativ 3 efter implementering av IMD. I ovanstående exempel, med en kalkylränta på 3%, innebär det att lägenhet 3 skulle behöva sänka temperaturen till minst 20,9 °C för att kostnaden inte ska vara högre efter implementering av IMD medan lägenhet 1 endast behöver sänka till minst 21,8°C för att kostnaden inte ska vara högre efter implementering av IMD.

ALTERNATIV 4 - KOSTNADER FÖR INVESTERING FÖRDELAS PÅ HYRESGÄST OCH FASTIGHETSÄGARE. ENERGIBESPARING TILLFALLER HYRESGÄST.

Investeringskostnaden delas på hyresgästen och fastighetsägaren och blir en del av den fasta kostnaden. Energibesparingsvinsten tillfaller hyresgästen. Tabell 12 visar fördelningen enligt alternativ 4 för ett fiktivt flerbostadshus med tre lägenheter.

Tabell 12 Alternativ 4 för fördelning av kostnader med IMD för värme, beräknat med en kalkylränta på 3% respektive 5%.

	Lägenhet 1			Lägenhet 2			Lägenhet 3		
	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%	Före IMD	Efter IMD-3%	Efter IMD-5%
Inomhustemperatur [°C]	24	22	22	24	21	21	24	22	22
Area [m ²]	70	70	70	100	100	100	50	50	50
Andel av totala arean	32%	32%	32%	45%	45%	45%	23%	23%	23%
Värmeanvändning [kWh/år]	11900 ^I	10710 ^{II}	10710 ^{II}	17000 ^I	14450 ^{II}	14450 ^{II}	8500 ^I	7650 ^{II}	7650 ^{II}
Värmekostnad [SEK/år]	9 520	8 568	8 568	13 600	11 560	11 560	6 800	6 120	6 120
Kostnad IMD 50% ^{III} [SEK/år]		296	341		296	341		296	341
Driftkostnad IMD [SEK/år]		220	220		220	220		220	220
Summa kostnader [SEK/år]	9 520	9 084	9 129	13 600	12 076	12 121	6 800	6 636	6 681

^I Den totala värmeanvändningen uppdelad på andel av lägenheternas totala area, dvs. lägenhet 1 använder 32% av den totala värmeanvändningen.

^{II} Efter IMD: medelvärmeanvändning vid ny temperatur multiplicerat med arean.

^{III} Kostnaden för IMD fördelas på hyresgästen och fastighetsägaren. Med kalkylränta på 3% kommer fastighetsägaren att stå för drygt 888 SEK/år.

Alternativ 4 resulterar i att det inte tillfaller fastighetsägaren någon vinst av att implementera IMD av värme trots att fastighetsägaren tar en del av kostnaden. Detta kan motiveras med att det är fastighetsägaren som är ansvarig för att installera IMD enligt lagen. Incitamentet som kan leda till beteendeförändring och därmed energibesparing i hela byggnaden är här större än i de andra alternativen. Om energibesparingen ändå uteblir kommer byggnaden att ligga kvar på en hög energiklass vilket skulle kunna innebära ytterligare en risk med nya reprimander från myndigheter trots att fastighetsägaren redan har gjort en investering.

Risken för att en del hyresgäster skulle kunna få högre kostnad än innan implementering av IMD försvinner inte men är lägre än de tidigare beskrivna alternativen 1, 2 och 3. I ovanstående exempel, med en kalkylränta på 3%, innebär det att lägenhet 3 skulle behöva sänka temperaturen till minst 22,5°C för att kostnaden inte ska vara högre efter implementering av IMD.

4.3 Känslighetsanalys

En övergripande känslighetsanalys utfördes för att utvärdera hur fördelningsmätarnas mätnoggrannhet påverkar resultaten. Analysen utfördes för en kalkylränta på 3% och ett medelvärde för mätnoggrannheten på 8,1% som enligt studien från L. Canale et al. [2] är ett representativt värde för en fördelningsmätare. Med antagandet att byggnadens totala energianvändning är korrekt före och efter installation av IMD så kommer mätnoggrannheten bara att påverka fördelningen mellan lägenheterna. Kostnaden kan därmed variera med $\pm 1,1\%$ pga fördelningsmätningens osäkerhet i alternativ 1. Den totala kostnadsbesparingen med IMD varierar i alternativ 1 från -9% till +2% för de olika lägenheterna. Därmed är osäkerheten i mätningen av stor betydelse för det totala incitamentet.

Risken för att en del hyresgäster skulle kunna få högre kostnad än innan implementering av IMD beskrevs i de olika alternativen. Känslighetsanalysen visar att mätnoggrannhet inte kan anses försumbar och avgör till stor del hur en lägenhets kostnad i slutändan kommer se ut.

Uppskattningen ovan baseras på att övergripligt analysera mätnoggrannhet representativ för en fördelningsmätare. Mätnoggrannheten för en mätare är inte representativ för ett helt system där man även behöver beakta lägenhetens påverkan av varandra, radiatorernas relation till varandra, värmesystemet och relaterade förluster. Studier från Ficco et al. [26] där experimentella fältmätningar gjordes på bland annat fördelningsmätare visade på att mätnoggrannheten för ett helt system kan vara betydligt lägre än mätnoggrannheten för en mätare om radiatorer, installation av mätare och operativa förhållanden är samma mellan lägenheter.

Trots detta konstaterade Ficco et al. [26] att fördelningsmätarens uppvisade fel som inte kan anses försumbara.

4.4 Fördelning vid IMD för varmvatten

Vid installation av IMD för varmvatten kan investeringskostnad fördelas på samma sätt som för IMD för värme. Lämpligen fördelas investeringskostnad och de nya drift- och administrativa kostnader antingen lika mellan lägenheter eller efter behov av antal mätare (om lägenheten har flera ingående stammar kan flera mätare behövas). Hyresgästen betalar sedan efter den faktiska mängd varmvatten, med dess relaterade energianvändning, som används per lägenhet. Ordinarie grundkostnader för drift, underhåll och administration för kall- och varmvatten kan fördelas på samma sätt som innan installationen. Fastighetsägaren får här ingen vinst av investeringen men riskerar heller ingen förlust. Hyresgästen kan få en vinst om varmvatten besparas för en kostnad som är större än investeringen av IMD i den aktuella lägenheten. Det kan därmed direkt skapa incitament för beteendeförändring hos hyresgäster.

Hyresgästernas hyra kommer att behöva justeras så att kostnaden för vatten och värmning av tappvatten före installation av IMD för varje lägenhet dras av från ordinarie hyresavi för att sedan läggas till med efter installation av IMD med en fast kostnad för investering, drift och administration och en rörlig kostnad för varmvattenanvändning. Det innebär att hyresgästens hyra består av en grundhyra och en hyra för förbrukningen kallad "IMD hyra". Mer förklaring finns i [25].

Litteraturförteckning

- [1] European Commission, "EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG," 2012.
- [2] L. Canale, M. Dell'Isola, G. Ficco, T.Cholewa, S.Siggelsten och I. Balen, "A comprehensive review on heat accounting and cost allocation in residential buildings in EU," *Energy & Buildings*, vol. 202, 2019.
- [3] Svenska Fjärrvärmeföreningen, "Individuell mätning av värmeförbrukning i lägenheter - En studie av tekniska och ekonomiska möjligheter".
- [4] European Commission, "EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2014/32/EU av den 26 februari 2014 om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om tillhandahållande på marknaden av mätinstrument (omarbetning)," 2014.
- [5] European Commission, "ANNEX to the COMMISSION RECOMMENDATION on the implementation of the new metering and billing provisions of the Energy," Brussels, 2019.
- [6] European Commission. JRC Technical Reports, "Analysis of Member States' rules for allocating heating, cooling and hot water costs in multi-apartment/purpose buildings supplied from collective systems," 2017.
- [7] J. Terés-Zubiaga, E. Pérez-Iribarren, I. González-Pino och J. Sala, "Effects of individual metering and charging of heating and domestic hot water on energy consumption of buildings in temperate climates.," *Energy Conversion and Management*, June 2018.
- [8] P. Michnikowski, "Allocation of heating costs with consideration to energy transfer from adjacent apartments," *Energy and Buildings*, vol. 139, pp. 224-231, 2017.
- [9] J. Rose och J. Kragh, "Distribution of heating costs in multi-story apartment buildings," *Energy Procedia*, vol. 132, pp. 1012-1017, 2017.
- [10] Boverket, "Individuell mätning och debitering - Uppföljning 2018," 2018.

- [11] S. Siggelsten, "Reallocation of heating costs due to heat transfer between adjacent apartments," *Energy Building*, vol. 75, pp. 256-263, 2014.
- [12] Finlands arbets- och näringsministerie, "Energirådet diskuterar energieffektivitet i Luxemburg den 26 juni," Arbets- och näringsministeriet, 26 Juni 2017. [Online]. Available: https://tem.fi/sv/artikel/-/asset_publisher/energianeuvosto-keskustelee-energiategohokkuudesta-26-6-luxemburgissa. [Använd 4 Mars 2020].
- [13] Finlands miljöutskott, "MILJÖUTSKOTTETS UTLÅTANDE 22/2014 rd," Eduskunta Riksdagen, 14 november 2014. [Online]. Available: <https://www.eduskunta.fi/SV/Vaski/Sidor/trip.aspx?triptype=riksdagshandlingar&docid=miuu+22/2014>. [Använd 4 mars 2020].
- [14] Boverket, "Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse. RAPPORT 2015:34," Boverket, 2015.
- [15] S. Siggelsten och S. Olander, "Individual metering and charging of heat and hot water in Swedish," *Energy Policy*, vol. 61, pp. 874-880, 2013.
- [16] P. Morgenstern, R. Lowe och L. Chiu, "Heat metering: socio-technical challenges in district heated," *Building Research & Information*, p. DOI: 10.1080/09613218.2014.932639, 17 Juli 2014.
- [17] J. Melvin, "The split incentives energy efficiency problem: Evidence of underinvestment by landlords," *Energy Policy*, vol. 115, pp. 342-352, 2018.
- [18] Fastighetsägarna Sverige, "Individuell mätning i befintlig bebyggelse," Fastighetsägarna Sverige, 19 September 2019. [Online]. Available: <https://www.fastighetsagarna.se/aktuellt/remisser/plan--och-byggfragor/individuell-matning-i-befintlig-bebyggelse/?county=2>. [Använd 5 Mars 2020].
- [19] Sveriges Allmännyttan, "Snabbanalys - Hyresgästernas val av temperatur vid IMD av värme," Sveriges Allmännyttan, 2016.
- [20] Sveriges Allmännyttan, "Energieffektivisering – ja - Ineffektiva mätningar – nej," Sveriges Allmännyttan, 2013.

- [21] N. Abrahamsson, "Individuell mätning och debitering av värme i flerbostadshus - Svenska förutsättningar i jämförelse med erfarenheter från Tyskland och Danmark," Uppsala Universitet, 2013.
- [22] L. Liu, L. Fu, Y. Jiang och S.Guo, "Major issues and solutions in the heat-metering reform in China," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 673-680, 2011.
- [23] Boverket, "Boverkets författningssamling. BFS 2017:6. BEN 2.," Yvonne Svensson , 2017.
- [24] P.-E. Nilsson och Å. Wahlström, "IMD -Individuell mätning och debitering av värme och tappvarmvatten i befintlig bebyggelse," CIT Energy Management, 2020.
- [25] Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen, Sabo, "Individuell mätning och debitering (IMD), rekommendation", 2011.
- [26] G. Ficco, L. Celenza, M. Dell'Isola och P. Vigo, "Experimental comparison of residential heat accounting systems atcritical conditions," *Energy and Buildings*, vol. 130, pp. 477-487, 2016.