



Alla för alla, en för en

En kvantitativ analys av hur gemensam kontra individuell energimätning påverkar hushålls energiförbrukning

Christoffer Johansson, Jacob Wihlborg

Abstract

The issue of climate change is becoming increasingly relevant and measures have been implemented all over the world to combat the resulting negative effects. A big emitter of greenhouse gases both in Sweden and internationally is the production and use of energy. The purpose of this thesis is to examine how Swedish households can reduce their energy consumption. This is examined based on the research question: Do household energy consumption decrease when installing individual meters for heating and warm water consumption in housing cooperatives? The comparison is made between seven housing cooperatives in the municipality of Mölndal, where five of them use joint measuring of energy consumption and the remaining two use individual measuring. The method of individual measuring has become more common and publicly known during recent years due to scientific findings showing that the energy consumption of households on average decreases between 20 – 30%. Variables that affect this reduction are the age of the housing cooperatives, in some cases the price per square meter and area, the last of which is marginally decreasing. The regression in this thesis uses the same variables but leads to opposite results. In average the cooperatives with joint measuring have a smaller energy consumption than cooperatives with individual measuring, specifically -14.8% lower. The reason for the opposite result may not fully be explained by the thesis variables but may depend on factors not included in the data. More information about the cooperatives is needed to improve the results.

Kandidatuppsats Nationalekonomi, 15hp

Vårtermin 2020

Handledare: Håkan Eggert

Institutionen för nationalekonomi med statistik

Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet

Förord

Först och främst vill vi tacka Annie Lindgren på Mölndals Energi som tog tiden att hjälpa oss och att lämna ut data som varit viktig för denna uppsats. Även för den tid hon tagit för att svara på våra extra frågor när oklarheter kommit upp.

Vi vill också rikta ett stort tack till vår handledare Håkan Eggert för all värdefull feedback, råd och diskussioner som han gav oss. Genom flertalet redigeringar och förtydliganden lyckades vi tillsammans få ihop en uppsats som på bästa sätt kan förklara de ekonomiska resonemang som tas upp.

Sist vill vi också tacka Julia Wihlborg för ett starkt arbete med rådgivning och hjälp med akademiskt språk och förtydligande text. Tillsammans har vi arbetat flertalet timmar under sena nätter, ett arbete som visat goda resultat. Vi är väldigt tacksamma för det.

Göteborg, juni 2020

Christoffer Johansson

Jacob Wihlborg

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.1.1 Individuell och gemensam mätning	2
1.2. Syfte och frågeställning	4
1.3. Avgränsningar	4
1.3. Uppsatsens struktur	4
2. Tidigare studier	5
3. Teori	6
3.1. Grundläggande ekonomisk teori	6
3.2. Beteendekonomisk teori	7
3.3. Miljöekonomisk teori	7
3.3.1. Fripassagerar-problematik	8
4. Metod	10
4.1. Data	10
4.1.1. Hausman test	12
4.2. Ekonometrisk metod	12
4.3. Log-specifikation	13
4.4. Metodens svagheter	14
5. Resultat	16
5.1 Beskrivande statistik	16
5.2 Regressioner	18
6. Diskussion	20
6.1. Slutsats	24
7. Litteraturförteckning	25
Bilaga 1	29
Bilaga 2	30
Bilaga 3	33

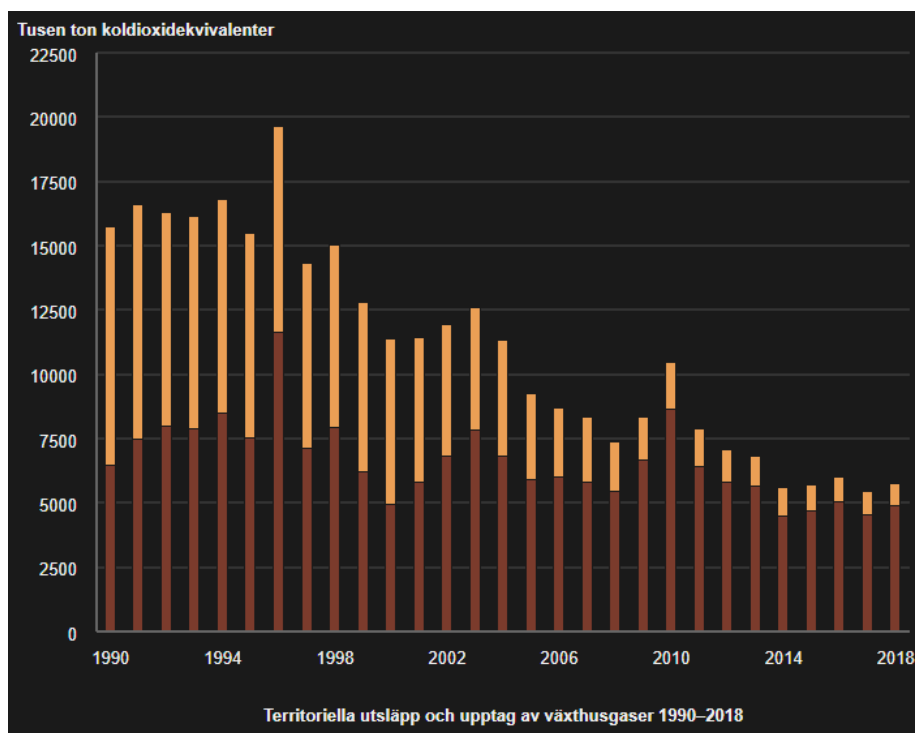
1. Inledning

Klimatfrågan blir allt mer aktuell och åtgärder har implementerats på olika platser i världen för att förhindra klimatförändringarnas negativa konsekvenser. Idag görs mycket men det är inte tillräckligt och takten åtgärderna implementeras i är för långsam (Naturvårdsverket 2018). Tempot måste öka för att jorden fortsatt ska vara beboelig långsiktigt. I december 2015 skrevs Parisavtalet på, för att minska världens utsläpp (United-Nations 2015). IPCC (2018) tar upp i sin senaste rapport att koldioxidutsläppen måste minska allt snabbare för att Parisavtalets 1,5 graders mål ska kunna uppnås, vilket anses vara nödvändigt för att ge mänskligheten en chans att vända trenden.

I den här uppsatsen är målet att undersöka om det finns något samband mellan energiförbrukning och typ av mätmetod. Mer precist avses energiförbrukningen från uppvärmning av bostadsföreningar samt uppvärmning av varmvatten. De två mätmetoder som undersökts är gemensam samt individuell. Studier visar att individuell mätning tenderar att minska på hushålls förbrukning och vi ska undersöka om så egentligen är fallet.

1.1. Bakgrund

För att Sverige ska kunna uppnå sin del av avtalets mål måste koldioxidutsläppen inom olika sektorer ses över. Elproduktion och fjärrvärme står för ungefär 9,5% av Sveriges totala växthusgasutsläpp (Naturvårdsverket 2019a). Som kan ses i Figur 1 har Sveriges totala utsläpp minskat från drygt 15 miljoner ton CO₂-ekvivalenter per år i början av 1990-talet till runt 5,5 miljoner ton 2014–2018, vilket innebär en minskning med mer än 60%. Den orangefärgade delen av Figur 1 representerar utsläppen från egen uppvärmning av bostäder och lokaler. Dessa utsläpp har minskat med åren bland annat tack vare övergången från olja till fjärrvärme och värmepumpar (Naturvårdsverket 2019b). El, energi och uppvärmning av vatten är således centrala faktorer som fortsatt har en klimatpåverkan och en vidare reduktion av dessa utsläpp är därför nödvändigt.



Figur 1. Utsläpp av växthusgaser i Sverige 2018 från hushåll, värme och elproduktion (tusen. ton CO₂e). Källa: Naturvårdsverket 2019a

I Figur 1 kan även minskningen av utsläpp från el och fjärrvärme observeras i de bruna staplarna. Jämförs 1990 och 2018 är minskning av utsläpp ungefär 24%, vilket kan förklaras med energieffektiviseringar av bostäder. Naturvårdsverket (2019b) beskriver denna minskning som ett steg i omställningen mot förnyelsebara energikällor men att användningen av energi varierar beroende på bland annat vädret och temperaturen. De poängterar samtidigt att mer behöver göras. 83% av 2018 års utsläpp inom elproduktion och fjärrvärme kommer från kraftvärmeverken, där en stor del är fossil plast som förbränns genom avfallet. Det visar både på hushållens ansvar men också uppvärmningens påverkan för att kunna nå klimatneutralitet. Genom dess betydelse konstaterar Naturvårdsverket (2019c) att el och uppvärmning är två områden som kräver mer arbete och fler insatser för att målet om klimatneutralitet ska kunna uppnås.

1.1.1 Individuell och gemensam mätning

Regeringen arbetar idag aktivt för att minska energiproduktionens utsläpp där olika mätmetoder är en central del. Det har bland annat införts ett antal nya lagar som fokuserar på energieffektivisering och hushållens energiförbrukning (Lag om energimätning i byggnader, SFS 2014:267). Främst bygger det på krav som måste uppfyllas från europeiska kommissionen

som 2004 kom med ett direktiv för energiförbrukning – energieffektiviseringsdirektivet. EU-kommissionens insatser inom klimat, energi och miljö har som mål att klimatneutralisera EU, vilket främst görs genom deras strategi om klimatneutralitet 2050. Den tar bland annat upp effektiviseringar inom industrin, utveckla metoder för lagring av koldioxid i marken (CCS) samt att göra energisektorn fossilfri (Europeiska kommissionen u.å). Direktivet har uppdaterats med åren och den senaste ändringen kom 2018. Syftet med direktivet är att se till att Europiska kommissionens mål om minimum 32,5% energibesparing vid år 2030 skall förverkligas. Målen ställer både krav på mätning av energi samt debitering av den. I dessa fall är det både till enskilda hushåll och bostadsrättsföreningar (Europaparlamentets och rådets direktiv 2018). Regeringskansliet, med hjälp av Boverket, gick ut med en promemoria i juni 2019 där förslag om ändringar gavs. Främst riktar det sig till föreningar där förbrukningen överstiger 200 kwh/m²/år, med vissa undantag för särskilda förhållanden. Om fallet med 200 kwh/m²/år uppfylls finns det krav på att föreningen måste installera system för individuell mätning och debitering om detta är tekniskt möjligt. De krav på individuell mätning den nya förordningen tar upp träder i kraft 1 juli 2021 (Infrastrukturdepartementet 2019). Dessa krav är således ännu inte implementerade och kommer inte direkt påverka de föreningar som berörs i denna uppsats.

Tanken bakom införandet av individuell mätning och debitering är att medvetenheten om den enskilda förbrukningen ska leda till minskad energiförbrukning och därmed minskade utsläpp (Boverket 2017). Skillnaden mellan individuell och gemensam mätning förklarar Göteborgsenergi (2016) och är att vid gemensam mätning fördelas kostnaden jämnt mellan de bostäder som ingår i den kollektiva mätningen och vid individuell mätning debiteras varje bostad för sig. Gemensam mätning ökar risken för den enskildes överkonsumtion då kostnaden fördelas på alla boende¹. Ökar en individ sin förbrukning kommer den marginella kostnaden bli lägre än om individen betalat allt själv. Vid individuell mätning skapas incitament för att inte slösa på energi och personer kan bli mer restriktiva i sina val.

¹ Se kapitel 3.3.1

1.2. Syfte och frågeställning

EU har alltså ställt krav på Sverige att minska sin energiförbrukning. Vi är intresserade av att undersöka hur detta kan genomföras. Syftet med uppsatsen är att undersöka hur hushållens energiförbrukning skulle kunna minskas, ett viktigt steg för klimatneutralitet då energiförbrukning vid värme och uppvärmning av vatten har av Energimyndigheten (2017) identifierats som två stora bidragare till energiförbrukningen i svenska hushåll. Sveriges regerings nuvarande strategi för detta är bland annat införande av individuell mätning av energiförbrukning. Den frågeställning uppsatsen fokuserar på är därför följande:

- Minskar hushållens energiförbrukning vid installation av individuella mätare för uppvärmning och varmvattenförbrukning i bostadsrättsföreningar inom Mölndals kommun?

1.3. Avgränsningar

Uppsatsen är således begränsad till bostadsrättsföreningar och energiförbrukning vid värme samt uppvärmning av vatten. Bostadsrättsföreningar är lämpliga som undersökningsområde då det både finns föreningar med gemensam mätning och föreningar med individuell mätning. Detta underlättar jämförelser mellan de båda mätmetoderna. Utöver detta finns det även geografiska begränsningar där Mölndal är i centrum samt begränsningar i information på grund av GDPR.

1.3. Uppsatsens struktur

Uppsatsen är uppdelad i sex kapitel: inledning, tidigare studier, teori, metod, resultat och diskussion. Kapitel ett inleder med en nulägesanalys kring frågan om energiförbrukning samt vikten av åtgärder i frågan. Andra kapitlet beskriver den forskning som gjorts inom området idag och vilka resultat de fick. Kapitel tre tar upp uppsatsens teoretiska utgångspunkt och undersöker hur skillnaden i mätning påverkar energiförbrukningen. Kapitel fyra beskriver ingående hur uppsatsens data är upplagd och vad denna innehåller. Därefter förklaras utformningen av den valda metoden samt de tester som anses nödvändiga. Sist diskuteras metodens svagheter och hur dessa motverkas. Kapitel fem redovisar uppsatsens resultat. Bland annat ingår beskrivande statistik och regressionsresultat. Avslutningsvis i kapitel sex utvärderas resultatet och uppsatsens slutsatser sammanfattas.

2. Tidigare studier

Studier om mätmetoder och energiförbrukning har pågått under en längre tid. Bland annat har Berndtsson (1999) gjort en rapport för Energimyndigheten om flerfamiljshus och hur deras varmvattenanvändning påverkas av införandet en individuell mätare och debitering. En slutsats som Berndtsson kommer fram till är att en minskning på mellan 15% och 30% är troligt vid införande av individuell mätning, beroende på hur hög förbrukningen var från början.

Bager och Mundaca (2017) redovisar hur installationen av en mätningseenhet så kallad "Smart Meter" påverkar personers energiförbrukning. Utgångspunkten är beteendekonomisk teori om nudging. I artikeln beskriver författarna att personer påverkas av hur information presenteras, exempelvis om förbrukningen ses som en förlust eller som en möjlig vinst. Deras resultat visar att en "Smart Meter" reducerar personers energiförbrukning. De kan se en skillnad mellan personer vars förbrukning presenterades som en möjlig vinst och de som fick förbrukningen presenterad som en förlust. De som fick förbrukningen visad som en möjlig vinst minskade sin förbrukning med i genomsnitt 7% jämfört med 18% hos den motsatta gruppen. Denna minskning kunde även hittas av Alberini m.fl. (2011) i deras undersökning av energikonsumtionen på Nordirland. Genom att introducera Smart Meters i hushållen såg de en minskning av konsumtionen med ungefär 20%. Författarna konstaterar att när personer blir mer medvetna om sin förbrukning genomgår de en beteendeförändring som leder till en minskad förbrukning. Liknande studier av individuell mätning har gjorts av Levinson och Niemann (2003) samt Darby (2006), där de sett att energiförbrukningen reducerats ifall kostnaden är utanför hyran och att information om ens faktiska förbrukning kan minska mellan 5 – 15%.

Samtliga tidigare studier visar således att för att få personer att förändra sina beteenden och spara energi krävs det någon form av incitament. Genom att övergå till individuell mätning tvingas personer att helt själva betala för sin faktiska förbrukning, vilket skapar incitament att minska sin förbrukning. Studierna visar att i de flesta fall kan en minskning av energiförbrukningen mellan 7 – 30% vara troligt.

3. Teori

I teori delen kommer tre delar att tas upp. Den första delen är grundläggande ekonomisk teori som är till för att utveckla grunden inom ekonomisk teori samt vilka grund antaganden som finns. Vidare undersökt grenar inom ekonomi som kritiserat antaganden och genom detta skapat nya grenar. Dessa är beteendekonomi och miljöekonomi, där nudging är en central metod. Båda dessa gå emot delar av antagandena om den rationella människan och tar upp hur människans beteende stor i centrum för miljönytta.

3.1. Grundläggande ekonomisk teori

Nationalekonomi är ett brett ämnesområde och har sin grund i den neoklassiska ekonomiska teorin (Sandelin, Trautwein, & Wundrak 2014). Den har ett antal grundare (Fisher 1930, 1911, 1896; Wicksell 1898; med flera) och har vidareutvecklats av bland annat nationalekonomen Milton Friedman (1968, 1956). David Friedman (1986), son till Milton Friedman, har bland annat förklarat en del av ekonomins grunder, bland annat den nyttamaximerande människan som gör rationella val genom att använda sig av fullständig information. Genom detta eftersträvas att maximera sin individuella nytta. För att dessa mål ska uppnås krävs logik och rationellt tänkande, vanligtvis refererat till människan som en Homo Economicus (Levitt och List 2008). För att koppla detta till energiförbrukning kan en rationell individ som har en individuell energimätare förväntas minska sin energiförbrukning mer än om gemensam mätning används.

Dessa antaganden har dock debatterats under många år, bland annat av Kahneman och Tversky (1980). De tar upp exempel på när antagande om rationalitet inte uppfylls. Genom att ta upp den psykologiska aspekten på ekonomi visar de att personers nivå av rationalitet varierar. Människor kan både vara riskaverta och risktagande vilket resulterar i att val kommer göras som är svåra att förutspå. Ett annat exempel från Lo (2019) är hyperbolisk diskontering vilket är benämningen för uttrycket "hellre lite nu än mycket sen". Personer tenderar att välja att maximera sin nytta i nutid även som det innebär en lägre nytta än i framtiden, vilket skulle kunna appliceras i att personer hellre duschar fem minuter längre nu än att följa sitt mål om energireducering. Detta går emot teorin om Homo economicus vilken bör ha samma diskonteringsränta oberoende av tidsperiod. Dessa teorier tillsammans med den växande

klimatdebatten ledde senare till en ny gren av nationalekonomi – miljöekonomi. Denna uppsats bygger främst på de beteendekonomiska och miljöekonomiska teorierna vilka kommer förklaras mer ingående nedan. Även deras betydelse för hushålls energiförbrukning kommer att utvecklas.

3.2. Beteendekonomisk teori

Perspektivet med beteendekonomi är också ett steg bort från antagandet om Homo Economicus. Exempelvis anses personer kunna göra saker av anledningar som inte alltid anses rationella, till exempel av välvillighet. Personer kan utföra en uppgift eller donera pengar för att de vill hjälpa andra och inte bara tänka på sig själv och sin nytta (Urbina & Ruiz-Villaverde 2019). Teorin tar också upp aspekter som sociala preferenser och hur dessa tillsammans med människors ageranden påverkar samhället (Levitt & List 2008). En vanlig metod som ofta används är *nudging*. Carlsson m.fl. (2019) förklarar att det är ett verktyg för att analysera personers beteende vid beslutsfattande och en beteendekonomisk metod för att lösa vanliga ekonomiska problem. Ofta appliceras denna metod i form av en justering eller ett mindre tillägg, vilket inte begränsar människors valmöjlighet men kan påverka en persons val antingen medvetet eller omedvetet. Exempelvis kan ordningen på en matsedel justeras för att öka personers val av vegetarisk mat. Utan att begränsa antalet alternativ ändras personers beteende undermedvetet. På grund av detta kan *nudging* användas som styrmedel och används idag i många länder, regioner och kommuner. Hur dessa styrmedel är utformade kan variera och en tydlig faktor är att de är kontextberoende. Gällande *nudging* kopplat till energiförbrukning beskriver Gravert och Carlsson (2019) att till exempel införande av individuell mätning skulle kunna öka personers självmedvetenhet, vilket i sin tur kan leda till jämförelser med andra eller sig själv. Jämförandet kan slutligen leda till att personer minskar sin energiförbrukning, då de utåt inte vill se annorlunda ut genom att ha en ovanligt hög konsumtion eller att de själva anser att det är ovanligt högt.

3.3. Miljöekonomisk teori

En ekonomisk teori som blivit allt mer uppmärksammas är miljöekonomi, vilken ämnar bredda de ekonomiska perspektiven till att även inkorporera de samhällskostnader som uppstår vid växthusgasutsläpp och miljöförändringar. Likt beteendekonomi använder även miljöekonomi *nudging* fast under namnet *Green Nudging* eller grön *nudging*. Christian Schubert (2017) lyfter

fram att människor ofta tänker på sin egen image. När det gäller miljö och klimat kan exempelvis en individ undvika att göra dåliga beslut utåt, vilka kan få dem att uppfattas som miljöskadlig. På detta sätt går det att få personer att undermedvetet göra mer gröna val genom att förändra små saker. Exempelvis kan det få människor att äta mer hållbart genom att informera om köttets negativa miljöpåverkan. Det är små "puffar" som får personer att ändra sina beteenden till mer miljömedvetna. Inom olika sektorer kan effektiviteten av grön nudging dock vara olika och påverkas av olika faktorer.

En annan del av den miljöekonomiska teorin är uppdelningen av samhällets olika varor i kategorier med olika karaktärsdrag. Brännlund och Kriström (2012) identifierar fyra kategorier: privata varor, gemensamma varor, kollektiva varor och klubbvaror. Alla dessa definieras av två kriterier: exkluderbarhet och rivalitet. Exkluderbarhet handlar främst om ifall det går att exkludera någon från att använda varan, och rivalitet om huruvida en individs konsumtion av en varan påverkar en annan individs konsumtion. Definitionen av varorna ovan är följande: 1) Privata varor är exkluderbara och har rivalitet, det går att hindra någon från att använda produkten och en individs konsumtion påverkar en annans, ett klassiskt exempel är glass. Motsatsen till privata varor är 2) kollektiva varor. Från dessa går det inte att exkludera någon och en individs konsumtion påverkar inte någon annans (icke-rivalitet), exempelvis en park (ibid). Vidare har vi de två kombinationerna: 3) Klubbvaror är exkluderbara men icke-rivala, likt en prenumeration, och 4) gemensamma varor är icke-exkluderbara men rivaliserande, till exempel fiskebeståndet (Benson 2016). Energi som vara skulle genom dessa definitioner både kunna ses som en privat vara vid individuell mätning, då den endast används och betalas av en själv. I fallet med gemensam mätning skulle energin eventuellt kunna ses som en kollektiv vara. Alla de personer som ingår i föreningen går inte att exkludera från användning samt individernas egen konsumtion påverkar inte de andra lägenheterna.

3.3.1. Fripassagerar-problematik

Ett vanligt problem som ofta uppstår och analyseras inom miljöekonomi är fripassagerar-problematiken. Detta är ett problem som ofta uppstår kring gemensamma och kollektiva varor på grund av deras icke-exkluderbarhet (Naturvårdsverket 2019d). Ett exempel är ren luft. Luft kan ses som en kollektiv vara som alla kan ta del av. Om ett land minskar på sina utsläpp och på så sätt förbättrar atmosfären kommer alla människor och länder gynnas av det samtidigt som bara ett land står för kostnaden. Detta kan leda till incitament om att inte agera, därmed skapa fripassagerare.

Fripassagerare är ett exempel på marknadsmisslyckande, vilket skapar en icke optimal fördelning av existerande resurser. Detta uppstår oftast när individer tar sig friheten att konsumera mer än vad som är deras rättvisa andel av den kollektiva varan utan att betala för det. Incitamenten ökar när varan har icke-exkluderbar karaktär, vilket gör att personen kan konsumera fritt utan att betala och att det inte får andra konsekvenser (Benson 2016). I många fall handlar det om storleken på gruppen. Är det ett stort antal som ska dela på en kostnad kan personer lättare komma undan än om gruppen varit liten. Detta är ett problem då klimatfrågan är global och involverar miljarder individer (Albanese & van Fleet 1985). Fripassagerarproblematiken gör det således svårt att lösa kollektiva problem. Det är lätt att den som påbörjar ett åtgärdsarbete själv anses som en "förlorare" då de betalar för andras nytta. Samtidigt som någon måste påbörja arbete för att det kollektiva problemet ska kunna lösas. För att koppla det till energiförbrukning kan en person vars kostnad betalas till stor del av andra lätt få en ökad förbrukning. Individer kan ta större frihet till konsumtion utan att möta de konsekvenser som naturligt hade följt om individen betalat sina kostnader själv. Detta skapar incitament för fripassagerare.

4. Metod

Som tidigare nämnt undersöker denna uppsats huruvida det finns ett samband mellan energiförbrukning per kvadratmeter och typ av mätmetod. Vi undersöker även sambandet mellan förbrukning och variabler som totalarea för förening, hur gammal föreningen är samt genomsnittspriset per kvadratmeter i området föreningen befinner sig i. Detta är de variabler som inte omfattas av dataskyddsförordningen (GDPR) och därför fanns tillgängliga för uppsatsen. Utöver detta har vi även en variabel, Gem, som mäter typ av förening där den antas vara 1 om det är gemensam mätning och 0 om individuell mätning används. Det resultat som förväntas kopplat till tidigare studier är att Gem-variabeln kommer vara positiv och signifikant, det vill säga de individuella föreningarna har en lägre förbrukning.

4.1. Data

Den data som ligger till grund för denna uppsats är en balanserad paneldata som kommer från det kommunala bolaget Mölndals energi. Paneldata antas genom att vår data är redovisad i dagar under tre år samt att tidsperioden återkommer för varje ny förening. Vår data består av energiförbrukning från uppvärmning av bostäder samt uppvärmning av varmvatten. Enheten för energin är kilowattimmar per timme (kwh/h), där tidsspannet är mellan 1 januari 2017 och 31 december 2019 (Wooldridge 2016).

Från Mölndals energi fick vi information från fem föreningar som hade gemensam mätning och tre stycken med individuell mätning. En av de individuella föreningarna värmer dock upp sitt varmvatten elektriskt vilket gjorde att deras energiförbrukning inte blev korrekt i jämförelse med de övriga, vilket betyder att den föreningen inte är med i regressionen. Totalt för återstående sju föreningar fanns det omkring 26 000 observationer för varje förening. För att få denna data mer hanterlig beräknades dagsvärdet fram istället för att mäta allt per timme, vilket reducerade antalet observationer till 1095 stycken per förening.

Den regression som uppsatsen bygger på ser ut som följande:

$$\ln \text{Energikvm}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Area} + \beta_2 \cdot \text{Area2} + \beta_3 \cdot \text{Ålder} + \beta_4 \cdot \text{Priskvm} + \beta_j \cdot \text{Månad} + \beta_k \cdot \text{År} + \beta_l \cdot \text{Dag} + \beta_{30} \cdot \text{Gem} + U$$

i = förening, 1 till 7

t = tid i antalet dagar, mellan 1 och 1095

j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 för månader januari – november, där december är jämförelsemånad

k = 2017 och 2018, där år 2019 används som jämförelseår

l = 1, 2, 3, 4, 5, 6 för måndag – lördag, där söndag är jämförelsedag

De variabler som används i den ovanstående regressionen kan observeras nedan i Bilaga 1. Uppsatsens beroende variabel är $\ln \text{Energikvm}$ och beskriver antal kilowattimmar som förbrukas per kvadratmeter under en dag. För denna variabel antas även den naturliga logaritmen för att lättare kunna undersöka den relativa skillnaden. Variabler *Area* mäter föreningens totalarea och ifall det finns stor- eller smådriftsfördelar. Vidare är även *Area2* inkluderad, vilken är en kvadrering av *Area*. Variabeln mäter den marginella effekten av area, ifall förbrukningen minskar ju större föreningen är eller minskar desto mindre föreningen är. "Ålder" avser åldern i hela år på föreningen vid tillfället för mätningen. Den är baserad på byggår och åldern ökar för varje år mellan 2017, 2018 och 2019. *Priskvm* är en egen beräkning med data från Booli, vilken är en del av Statens bostadsfinansierings bolag (SBAB 2020). Hemsidan har information kring priser och priser per kvadratmeter för bland annat lägenheter runt om i Sverige. Genom att försöka ta ett genomsnittspris på områdena där föreningarna ligger kan variabeln tas fram. Vidare har ett antal dummyvariabler tagits fram för kontroll. Den första är *Månad*. För varje månad januari – december kan varje förening anta värdet 0 eller 1, där 1 innebär att energiförbrukningen mättes den månaden, där december är referensmånaden. *År* följer samma princip där förbrukningen mättes antingen år 2017, 2018 eller 2019, där 2019 är referensår. Därefter är variabeln *Dag*. Den visar 1 för den dag mätningen gjordes på. Det är då dagarna måndag – söndag, där söndag är referensdagen. Sist är variabeln "Gem". Detta är variabeln som indikerar om föreningen antar gemensam mätning eller individuell mätning, där 1 antar gemensam mätning och 0 ifall det är individuell mätning.

4.1.1. Hausman test

Den data vi använder är panel data kan olika metoder för analys användas. De två främsta alternativen som bör avgöras är *fast effekt* (fixed effect, FE) alternativt *slumpmässig effekt* (random effect, RE).

Enligt Wooldridge (2016) antar fast effekt att de variabler som är oberoende i regressionen får vara korrelerade med de icke observerade variablerna i U . Effekten gör också att variabeln i fråga inte kommer förändras över tid, utan individerna antas vara konstanta. Fingleton (u.å) förklarar att regressionen kommer ta bort alla de korrelerade variabler, vilket även gäller för de variabler som kan vara av intresse. Ett sätt att bevara variabler av intresse är att istället applicera slumpmässig effekt. I detta fall tillåts de individuella variablerna, liksom förening, att ha individuella effekter och påverkan på den beroende variabeln (ibid). De kommer istället få individuella intercept som följer en normalfördelning. Vidare kommer samma antaganden som för fast effekt vara uppfyllda med den enda skillnad att variablerna inte är korrelerade med U . I vårt fall kan det betyda att faktorn ålder på boende i lägenheter (U) inte är korrelerade med exempelvis Area (oberoende variabel).

För att identifiera vilken av de två effekterna som bör användas utförs ett Hausman-test. Resultatet av uppsatsens Hausman-testet och vidare förklaring kring beräkningen redovisas i Bilaga 2. Slutsatsen som kan dras från testet är att slumpmässig effekt bör användas. Detta framgår av att nollhypotesen kring att slumpmässig effekt (re, B) skulle vara den mest effektiva metoden (efficient under H_0) inte kan förkastas.

4.2. Ekonometrisk metod

Uppsatsens data består av ett litet antal föreningar och ett stort antal tidsperioder i form av dagar. Denna fördelning gör Generalized Least Squares (GLS) till en lämplig ekonometrisk metod för vidare analyser. Utgångspunkterna för GLS jämfört med OLS är de samma, med skillnaden i antal individer och tidsperioder. I GLS bör ett lågt antal individer användas medan antalet tidsperioder är många, motsatsen gäller för OLS. En annan skillnad är att GLS tar hänsyn till att det kan finnas en korrelation mellan de icke observerbara faktorer och regressionen, vilket inte fungerar bra inom OLS (Wooldridge 2016).

En OLS- eller GLS-regression används för att förklara ett kausalt samband mellan olika variabler. För att detta ska fungera på bästa sätt bör ett antal antaganden vara uppfyllda: Anta

en funktionsform, vara randomiserad, uppfylla ett exogenitets kriterium, vara unik samt uppfylla homoskedasticitet (Wooldridge 2016).

Som kan ses tidigare under sektion 4.1 uppfylls GLSs första antagande om funktionsformen. Det andra antagande Wooldridge (2016) nämner är "perfekt kollinearitet". Antagandet innebär att de oberoende variablerna är perfekt korrelerade med varandra. Som tidigare kunnat observeras i Tabell C i Bilaga 2 uppfylls inte antagandet i våra beräkningar.

Det tredje antagandet är sambandet mellan den icke observerbara variabeln U och X , antagandet om exogenitet. Om vi kan säga något om U genom att titta på X -variablerna uppfylls inte detta antagande (Wooldridge 2016). Ett exempel är variabeln Priskvm. Denna skulle kunna ge indikationer på en persons socioekonomiska bakgrund där ett högt pris kan betyda stora socioekonomiska tillgångar, vilket i sin tur kan medföra faktorer som påverkar energiförbrukningen.

Ett sista antagande som påverkar GLS-metoden är ifall homoskedasticitet uppfylls eller inte. Antagandet innebär att om det finns en påverkan som inte kan observeras i U bör effekten vara lika stor oavsett antalet observationer eller variabler med mera. De värden som modellen förutspår (fitted values) jämförs med de faktiska värden som finns i datat. Skillnaden mellan dessa skapar en residual, vilket är felmarginalen. Denna felmarginal kan variera och skapar en varians i U vilket idealt bör vara konstant. I verkligheten uppfylls detta antagande inte särskilt, ofta vilket även delvis gäller i denna uppsats. I Figur A som kan observeras i Bilaga 3 används Energikvm som beroende variabel och en tydlig icke-konstant varians kan ses. Detta innebär att antagandet om homoskedasticitet inte uppfylls. I Bilaga 3 observeras även Figur B som använder \ln Energikvm, vilket ger en motsatt varians. I detta fall kan en tendens till konstant varians ses för residualerna, dock sker en ökning i början samt i mitten vilka skulle kunna ses som extremvärden. Det fall när \ln Energikvm används bör därför homoskedasticitet antas.

4.3. Log-specifikation

För att få en tydligare analys av en regression kan logaritmer användas för att på ett bättre sätt hantera problem med heteroskedasticitet och att få variablerna bättre jämförbara mellan grupper. Ett exempel är inkomst. För att se hur en variabel påverkar någons inkomst kan logaritmen av inkomstvariabeln användas (Wooldridge 2016). Eftersom en krona tilltalar olika personer olika mycket beroende på inkomst blir den procentuella skillnaden inte lika mellan olika personer. Tjänar en person 10 000 kronor och får en extra krona kommer den att värdera

ökningen mindre än en person vars ursprungliga lön är 100. Kopplat till energiförbrukning visar sig behovet av logaritmer återigen genom exemplet inkomst. Ur ett ekonomiskt perspektiv kan en person med lägre lön se en liten minskning av sin förbrukning som viktig medan en familj med hög inkomst anser att en lika stor reducering inte är betydelsefull.

I en regression finns det olika alternativ för logaritmering, endast logaritmen av beroende variabeln (Y), endast logaritmen av oberoende variabeln (X) eller logaritmen av både Y och X. Tolkningen av dessa alternativ är olika. När den beroende variabeln är logaritmerad framkommer en mer relativ tolkning likt den i föregående stycke. Koefficienten för X-variablerna kommer bli i procent för en ökad enhet. Ifall koefficienten är 0,01; betyder det att en ökning av X med en enhet leder till en ökning i Y med 1%. Motsatsen till detta sker ifall logaritmen istället är på X-variabeln. Istället för att koefficienten multipliceras med 100 delas den istället med 100. Exempelvis kan koefficienten bli 50. Tolkningen blir då att en ökning av X med 1% leder till en ökning av Y med 0,5 enheter (50/100), i detta fall beräknas Y i antal enheter istället för X. Det sista alternativet är när båda typer av variabler är logaritmerade, då skapas en elasticitet. Tolkningen av koefficienten kommer då bli en procentuell ökning av X, vilket leder till en viss procentuell ökning av Y, vilket i ekonometriska termer är en klassisk elasticitet (Wooldridge 2016).

4.4. Metodens svagheter

I den metod som används finns det ett antal svagheter som kan påverka resultatet. Framst handlar det om OLS och GLS andra antagande om uppfyllandet av exogenitet. I uppsatsens fall finns det en viss korrelation mellan vissa oberoende variabler (såsom Area) och U som inte mäts i regressionen. Detta då en randomisering inte var möjlig. I bästa fall hade ett randomiserat kontrollerat test varit nödvändigt för att se om föreningar med gemensam mätning och föreningar med individuell mätning hade samma typer av personer som lever där.

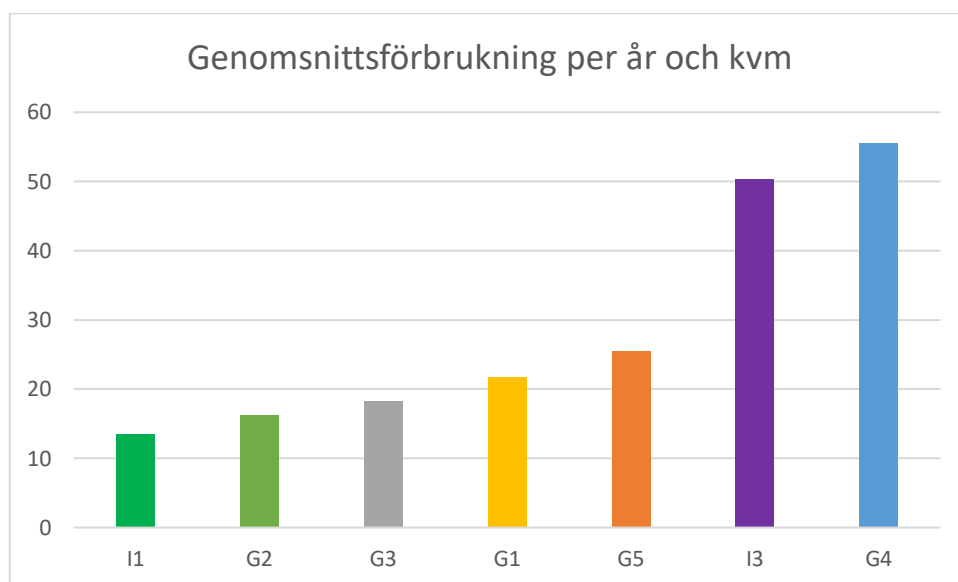
När undersökningar av olika individer och tidsperioder görs bör ett så kallat randomiserat kontrollerat test (RCT) göras. Syftet är att undersöka paneldata och se ifall en skillnad skett mellan individer och i vissa fall mellan två tidsperioder. För att ett test ska fungera på bästa sätt bör det vara randomiserat, mellan kontrollgruppen och försöksgruppen. Det innebär att kontrollvariablerna som i många fall kontrollerar för socioekonomisk bakgrund, ålder, kön med mera ska vara lika mellan de två grupperna. Genom en icke signifikant skillnad kan externa icke-observerbara faktorer minimeras, vilket ger ett tydligare svar kring variabeln av intresse

(Duflo 2019). Kopplat till energiförbrukning bör fördelningen mellan de socioekonomiska variablerna vara lika mellan föreningar med gemensam mätning och föreningar med individuell mätning. Är dessa inte lika kan faktorer som ålder, inkomst och utbildningsnivå påverka förbrukningen olika ifall fördelningen är ojämnt fördelade. När RCT görs bör vissa obalanser undvikas. Ett exempel är *urvalsfel*. Det uppstår när grupper naturligt skapar skillnader då individerna som väljs till grupperna undermedvetet gör det av en anledning. Exempel på detta är när individer med låg utbildningsnivå väljer ett program för lågutbildade, ett program som naturligt inte får en jämn randomisering på utbildningsnivån (Attia 2005). För att koppla urvalsfel till energiförbrukningen kan föreningar vars mätning är individuell ha övergått från gemensam till individuell mätning av en anledning. Har föreningen en hög energiförbrukning kanske individerna vill betala sin förbrukning själva för att undvika andras kostnader, eller att gemensamma föreningar kan ha en låg förbrukning och inte ser vinster i att byta. I frågan om bostadsrättsföreningar kan RCT vara svårt. Den data som används är inte randomiserad och det kan vara svårt att hitta exakt lika föreningar där de ena har gemensam mätning och de andra individuell mätning. Det betyder att faktorer som inte förklaras av intressanta X-variabler troligt har påverkan på resultatet. Ett exempel på detta är socioekonomisk bakgrund som ofta kontrolleras för i ett randomiserat test. Bakgrund och var de bor kan eventuellt påverka användningen av energi vilket skapar skillnader mellan olika grupper. På grund av GDPR kunde inte denna information ges ut från Mölndals energi vilket innebär att vår data inte kunde spåras till någon speciell person eller förening, endast geografiskt område. Ett test på socioekonomisk bakgrund är därför inte möjligt att genomföra vilket kan påverka resultatet genom en icke randomiserad fördelning. För att lösa problemet med avsaknaden av socioekonomisk bakgrund togs genomsnittspriset fram för området föreningarna ligger. Det skulle kunna vara ett sätt att se om personerna anses vara av högre socioekonomisk status (dyrare förening) eller lägre socioekonomisk status (billigare lägenheter). Detta behöver dock inte alltid vara fallet vilket tas med som en viss osäkerhet i vidare analys.

5. Resultat

Resultatet är uppdelat i två delar. Den första tar upp beskrivande statistik kring de föreningar som analysen använder sig av. Fokus ligger på förbrukning och ålder. Den andra delen tar upp regressionernas resultat. Fokus i denna del är resultat, analyser och resultatet av gemensam respektive individuell förbrukning.

5.1 Beskrivande statistik

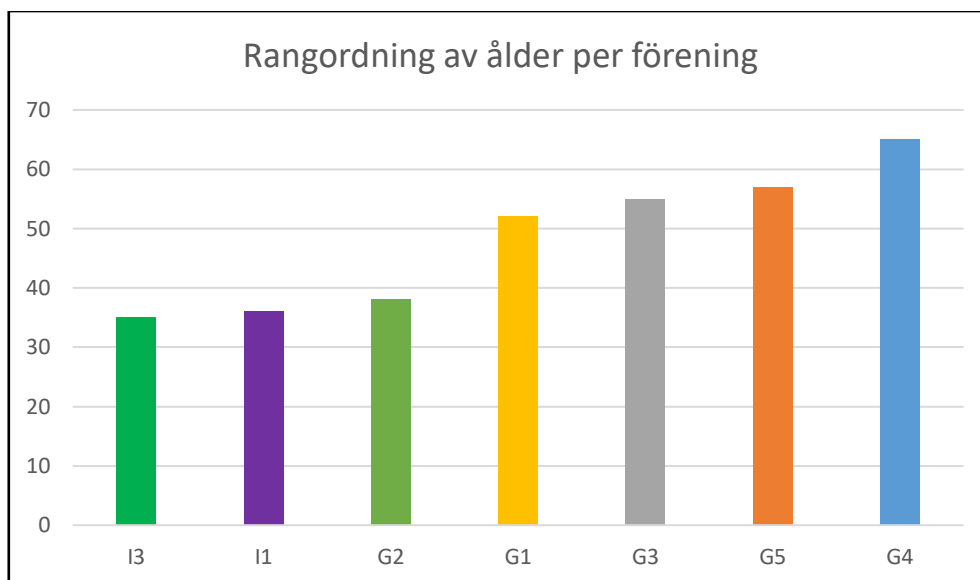


Figur 2. Stapeldiagram över genomsnittsförbrukning för varje förening.

I Figur 2 kan fördelningen av föreningarnas energiförbrukning avläsas. Spannet mellan dem är varierande och mellan den högsta och lägsta är skillnaden 41,9 kwh per kvm och år, vilket innebär en storleksskillnad på 310% från lägst till högst. Tas genomsnittet för de gemensamma föreningarna samt de individuella föreningarna blir resultatet följande:

- Gemensamma föreningar: 27,4 kwh per kvm och år
- Individuella föreningar: 31,9 kwh per kvm och år

Genom att individuell förening 2 inte mäter energiförbrukning på samma sätt som de övriga föreningarna (varmvatten mäts på elräkningen) exkluderas den vidare i resultatets regressioner.



Figur 3. Stapeldiagram över föreningarnas ålder.

I Figur 3 kan åldern för varje förening observeras. Vad som är värt att notera är att alla de fem gemensamma föreningar som används i uppsatsen också är de fem äldsta. Jämförs Figur 3 med Figur 2 framgår att G4 både är äldst och har högst energiförbrukning. En förbrukning som delvis kan bero på den höga åldern. I andra fall kan vi se att I1 vilken har lägst förbrukning av de individuella även är den som är äldst av de tre individuella föreningarna. Detta visar att andra underliggande faktorer än ålder har en påverkan på energiförbrukningen.

För att undersöka energiförbrukningens ekonomiska påverkan framlägger vi ett räkneexempel. Utgångspunkten är kostnaden för energiförbrukning för en lägenhet med 1 rok på 35 kvm. Tas uppsatsens två typer av föreningar i åtanke skulle lägenheten på 35 kvm i genomsnitt förbruka 959 kwh per år i en gemensam förening och 1 116,5 kwh per år i en individuell förening. Per månad innebär detta 80 kwh för gemensam och 93 kwh för individuell. Kostnadmässigt skiljer sig priset beroende på avtal med fast eller rörlig kostnad. Genomsnittspriset uppgår till 2,51 kr per kwh enligt beräkningar av energimarknadsbyrån (2020). För vardera typ av förening skulle månadskostnaden i genomsnitt bli 200 kr för gemensam och 233 kr för individuell. Det betyder en skillnad på cirka 33 kr i månaden eller 396 kr per år.

5.2 Regressioner

I detta avsnitt ska resultatet till uppsatsens frågeställning försöka finnas. För att vidare hitta ett kausalt samband mellan mätning och energiförbrukning appliceras nu GLS-regressionen. Resultatet av regressionen kan avläsas nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Resultat från xtglS-regression för att finna samband över Gem.

Coefficients: generalized least squares						
Panels: homoskedastic						
Correlation: no autocorrelation						
Estimated covariances	=	1	Number of obs	=	7,665	
Estimated autocorrelations	=	0	Number of groups	=	7	
Estimated coefficients	=	24	Time periods	=	1095	
Log likelihood	=	-3547.349	Wald chi2(23)	=	35473.75	
			Prob > chi2	=	0.0000	
lenergikvm	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Area	.0001188	5.67e-06	20.95	0.000	.0001077	.0001299
Area2	-7.75e-09	2.60e-10	-29.83	0.000	-8.26e-09	-7.24e-09
Priskvm	-.0000292	5.83e-07	-50.10	0.000	-.0000303	-.000028
Ålder	.0110402	.0009504	11.62	0.000	.0091775	.0129029
Jan	.1401909	.0213114	6.58	0.000	.0984212	.1819605
Feb	.1377676	.0218707	6.30	0.000	.0949018	.1806334
Mar	.0112221	.0213114	0.53	0.598	-.0305476	.0529917
Apr	-.4506481	.0214823	-20.98	0.000	-.4927525	-.4085436
Maj	-1.066413	.0213151	-50.03	0.000	-1.10819	-1.024637
Jun	-1.588929	.0214853	-73.95	0.000	-1.631039	-1.546818
Jul	-1.85367	.021307	-87.00	0.000	-1.895431	-1.811909
Aug	-1.671069	.0213151	-78.40	0.000	-1.712846	-1.629292
Sep	-1.177874	.0214823	-54.83	0.000	-1.219979	-1.13577
Okt	-.5535914	.0213114	-25.98	0.000	-.595361	-.5118217
Nov	-.1369629	.021489	-6.37	0.000	-.1790806	-.0948451
Y2017	.1181422	.0109209	10.82	0.000	.0967377	.1395466
Y2018	.0350428	.0107961	3.25	0.001	.0138829	.0562027
Må	-.0073773	.0163996	-0.45	0.653	-.0395199	.0247654
Ti	-.0185826	.0164042	-1.13	0.257	-.0507342	.0135689
On	-.0400463	.0164335	-2.44	0.015	-.0722553	-.0078373
To	-.0570174	.0164346	-3.47	0.001	-.0892287	-.0248062
Fr	-.059989	.0164318	-3.65	0.000	-.0921947	-.0277834
Lö	-.0302284	.0164261	-1.84	0.066	-.0624229	.001966
Gem	-.1482442	.0257594	-5.75	0.000	-.1987316	-.0977568
_cons	-.432216	.0459159	-9.41	0.000	-.5222095	-.3422226

Som kan ses i Tabell 1 redovisas datat och vissa mönster som energiförbrukning tenderar att följa kan observeras. Det som främst sticker ut är ålder på föreningen samt månadernas påverkan. Genom att temperaturen ökar stadigt fram till sommaren är det naturligt att

energiförbrukning av varmvatten och värme sjunker då efterfrågan på dessa resurser minskar. När sedan temperaturerna sjunker igen under hösten och vintern ökar förbrukningen då konsumtionen på värme och varmvatten åter ökar. Variationen i variabeln Ålder är även denna som förväntad. Det som kan ses är att en ökning av ålder med ett år leder till en ökning av energiförbrukningen med ungefär 1,10%. Är föreningen äldre är den inte lika anpassad för de energieffektiviseringar som har kommit med åren. Detta kan bland annat innebära sämre isolering och åtgärder som håller värme inne samt bristande varmvatteneffektiva åtgärder. Vad som också kan observeras är att Area är positiv medan Area2 är negativ. Detta betyder att ju större föreningen är desto större är också deras energiförbrukning. När arean ökar med en enhet (kvm) ökar energiförbrukningen med cirka 0,0119%. Detta är dock avtagande genom den negativa marginaleffekten på Area2. Det som vidare kan observeras är att Priskvm har en negativ och signifikant effekt på energiförbrukningen (-0,0000292). Ökar priset per kvadratmeter kommer energiförbrukningen minska, mer exakt leder en ökning av priset med en enhet till en förbrukningsminskning med 0,0029%. Den andra intressanta observationen som kan göras i Tabell 1 är att Gem också är negativ. I detta fall har alltså föreningarna med gemensam mätning och debitering lägre energiförbrukning av värme och varmvatten än de som har mätningen individuellt. Procentmässigt har de gemensamma föreningarna en mindre förbrukning med 14,8%. En notering som kan göras i tabellen ovan är att veckodagarna har ett mönster där förbrukningen generellt sätt är lägre i mitten av veckan jämfört med förbrukningen på söndagar. Detta är naturligt då personer är iväg på arbete och skola under vardagarna vilket minskar förbrukningen hemma. Mer specifikt är onsdag, torsdag samt fredag signifikanta vid alfavärdet 0,05. Jämförs dessa med söndagar, regressionens utgångspunkt, är det en generell lägre förbrukning på dessa dagar där den största minskningen är på fredagar.

6. Diskussion

I följande kapitel diskuteras studiens resultat utifrån uppsatsens syfte, att undersöka hur svenska hushålls energiförbrukning kan minskas, samt frågeställning: minskar hushållens energiförbrukning vid installation av individuella mätare för uppvärmning och varmvattenförbrukning i bostadsrättsföreningar? Svaret på denna fråga är nej, installationen av individuella mätare för uppvärmning och varmvattenförbrukning minskar inte den faktiska energiförbrukningen, i de föreningar uppsatsen undersökt i Mölndal. Detta resultat går emot vad andra forskare kommit fram till (se Kapitel 2), vars studier i regel lett till slutsatsen att individuell mätning minskar på hushållens energiförbrukning. Anledningen till att detta inte blev resultatet i denna uppsats kan ha flera förklaringar. Till exempel kan det bero på hur föreningarna faktiskt ser ut, vad personerna som bor i föreningarna har för socioekonomisk bakgrund eller andra faktorer som missas i analysen.

För att ta reda på var avvikelserna mot tidigare studier ligger gör vi enbart analysen baserat på studiens tre huvudvariabler; Area, Priskvm och Ålder. I Tabell 2 kan medelvärden för variablerna avläsas och jämföras mellan gemensam mätning och individuell mätning. För ålder finns en tydlig skillnad där föreningar med gemensam mätning är äldre än individuella föreningar. Detta borde betyda en högre energiförbrukning för gemensamma föreningar. Vad gäller priset är det ungefär lika mellan de två mätmetoderna, men där föreningar med gemensamma mätning är lite dyrare. Priskvm har således en viss negativ effekt, men behöver inte enbart bero på det faktiska priset. En möjlig förklaring till detta kan observeras i Figur 4 och diskuteras vidare nedan. Den sista jämförande variabeln är Area där den i genomsnitt är lägre hos de gemensamma föreningarna vilket borde leda till lägre energiförbrukning.

Tabell 2. Tabell över medelvärden för Ålder, Priskvm och Area för gemensam alt individuell mätning

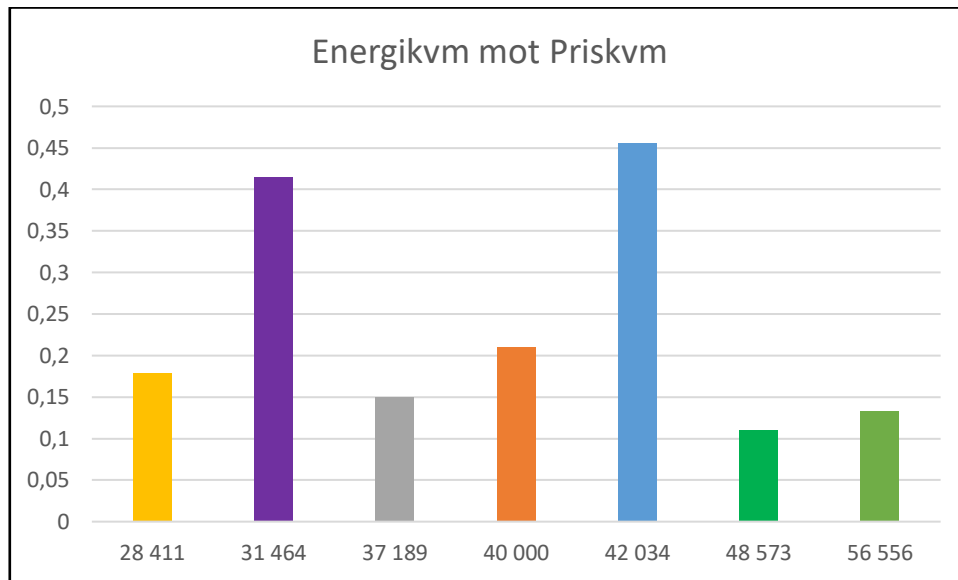
	Ålder	Priskvm	Area	Energikvm/år
Gemensam mätning	53 år	40 800 kr/kvm	9 555 kvm	0,2255 kwh/kvm
Individuell mätning	36 år	40 000 kr/kvm	10 902 kvm	0,2625 kwh/kvm

De främsta skillnaderna mellan de två föreningstyperna är ålder och area, där de gemensamma föreningarna i genomsnitt har lägre förbrukning och är äldre. Observeras koefficienterna från resultatet i Tabell 1 har ålder (+0,01104) en större positiv påverkan på energiförbrukningen än arean (+0,0001188). Den mest rimliga tolkningen skulle då vara att de gemensamma föreningarna har en större förbrukning eftersom åldersskillnaderna är stora, mer exakt 17,9 år, vilket kan observeras i Tabell 2. Genom matematik skulle skillnaden i ålder innebära en större förbrukning för gemensamma föreningar på cirka 19,76% $((53,4 - 35,5) \cdot 0,01104 \cdot 100)$. Gör samma beräkning för arean skulle de gemensamma föreningarna ha en lägre förbrukning med ungefär -16,01% $((9\ 554,6 - 10\ 902) \cdot 0,0001188 \cdot 100)$. Beräknas skillnaden mellan dessa skulle de gemensamma föreningarna ha en större förbrukning än de individuella med ungefär 3,75%. Tas även priseffekten med blir skillnaden istället 1,41%. Tabell 2 visar att detta inte är fallet (-14,8%), vilket innebär att det finns fler faktorer än area och ålder som påverkar hushållens energiförbrukning. Faktorer som i denna uppsats i de flesta fall är icke observerbara och befinner sig i U.

Då variabeln för gemensam mätning blev negativ är det intressant att försöka undersöka vilka faktorer som kan påverka skillnaden mellan gemensam och individuell mätning. Som Tabell 2 visar har Area en positiv påverkan, alltså mindre föreningar förbrukar mindre energi. Ålder har också en påverkan genom att äldre byggnader ofta har en mindre effektiv isolering vilket släpper ut mer värme än nyare byggnader. Priset per kvadratmeter påverkar negativt genom att även dyrare områden förbrukar mindre. I Tabell 3 ses att våra gemensamma föreningar i högre utsträckning har högre pris per kvadratmeter, har mindre area och har generellt sätt äldre byggnader än föreningarna med individuell mätning. Detta är faktorer som påverkar energiförbrukningen och skillnaden mellan individuella och gemensamma föreningar. De gemensamma föreningarnas energi påverkas reducerande av dyrare pris, ökande genom äldre samt reducerande av mindre area.

Tabell 3. Beräkning av korrelation mellan variabler Gem, Priskvm, Area och Ålder

(obs=7,665)				
	Gem	Priskvm	Area	Ålder
Gem	1.0000			
Priskvm	0.0412	1.0000		
Area	-0.0849	-0.3907	1.0000	
Ålder	0.7329	-0.2742	0.1127	1.0000



Figur 4. Diagram över relationen mellan Energikvm och Priskvm.

Relationen mellan variablerna Priskvm och Energikvm är som kan observeras i Figur 4 inte konstant. Även om priset ökar kan energiförbrukningen både öka och minska. Det finns en negativ effekt, men den behöver inte bero på priset utan andra faktorer som frihet kan påverka. Ett rimligt antagande skulle vara att rikare personer (personer som bor i dyrare föreningar med högre priskvm) kan vara friare med sin förbrukning, än personer som inte har det lika bra ställt ekonomiskt. Utifrån detta antagande skulle relationen mellan förbrukning och pris blivit positiv där ökat pris leder till ökad förbrukning. I denna uppsats är detta inte fallet. Inte heller det motsatta, att rikare föreningar skulle vara mer medvetna och förbruka mindre, framkommer av studien. En teori till varför detta är fallet kan kopplas till Homo Economicus. Utgångspunkten för marknaden och ekonomisk teori är att människor alltid bör ha perfekt information och göra rationella beslut kring allt. I dagens samhälle är detta dock inte en realitet. Utvecklingen av marknadsekonomi har lett till att personer konstant måste göra val. Så fort ett beslut ska fattas

finns ofta flera alternativ (olika typer av abonnemang, modeller, med mera) som borde jämföras och analyseras. Detta kan skapa känslor av ambivalens och osäkerhet, vilket i sin tur skulle kunna resultera i ett sorts flyktbeteende där snabba istället för att genomtänka beslut tas. Vad gäller energiförbrukning kan detta koncept, om snabba beslut, påverka hur många personer reflekterar över sin förbrukning. Energi är något som används konstant och i dagens samhälle är det något ingen kan leva utan. Energi upplevs därför som någon självklarhet och blir lätt bortprioriterat i de många val som konstant kräver uppmärksamhet. I och med att energi är så nödvändigt i dagens samhälle betalas räkningen oavsett vilken socioekonomisk status individen kan tänkas ha. Oavsett bakgrund sker denna slentrianmässiga betalning, vilket åtminstone delvis skulle kunna förklara den svaga relationen som finns mellan energikvm och priskvm.

En annan punkt som måste beröras i denna diskussion är de brister som framkommit under studiens genomförande. Som tidigare nämnt är frånvaron av randomiseringen ett problem för resultatet. Den data som uppsatsen bygger på och inhämtats från Mölndals energi innehöll fem föreningar med gemensam mätning och två användbara föreningar med individuell mätning. För dessa fanns väldigt många observationer vilket gav bra signifikanta värden för bland annat månader, ålder och area. Däremot är inte spridningen av variablerna jämn mellan föreningarna vilket kan påverka utfallet av Gem-variabeln. För att få en bättre beräkning hade därför en tydlig randomisering av variablerna mellan de olika typerna av förening varit nödvändigt.

Ytterligare sätt att förbättra studien är att exempelvis kontakta föreningarna och få mer detaljerad information. Detta skulle göra analyserna och regressionerna mer specifika och på det sättet ge tydligare resultat. Antalet föreningar skulle också behöva ökas. De fem gemensamma och två individuella föreningar som utgör grunden för denna uppsats behöver inte vara representativa för samhället i övrigt. Det låga antalet föreningar innebär att om en förening oberoende av mätningssätt skulle ha ett ovanligt högt värde på energiförbrukningen, kommer det påverka hela gruppens genomsnitt. Ett exempel är I3 och G4 som har en ganska hög förbrukning jämfört med I1 och de andra gemensamma föreningarna. Genom att de gemensamma föreningarna var fler ökar deras medelvärde mindre än ökningen hos de individuella föreningarna. Genom ett ökat antal föreningar, på olika ställen i Sverige, och en ökad spridning skulle således uppsatsens resultat bli mer generaliserbart till en samhällsnivå.

6.1. Slutsats

Efter en granskning av studiens resultat blir uppsatsens slutsats att föreningar med gemensam mätning har lägre energiförbrukning av värme och varmvatten än föreningar med individuell mätning. Denna slutsats går emot tidigare forskning i vilken individuell mätning har visat sig minska på energiförbrukningen. Anledningen till detta beror på flera faktorer. Två av dessa är att antalet föreningar var för få och bristen på randomisering innan jämförelsen. Uppsatsens data innehåller därför inte tillräckligt med information för att svara på frågeställningen på ett representativt sätt utan främst inom Mölndals kommun. För ett bättre resultat behövs mer detaljerad information om föreningarna.

7. Litteraturförteckning

- Albanese, R., & Van fleet, D. D. (1985). Rational behaviour in groups: The free-riding tendency. *The Academy of Management Review*.
- Alberini, A., Gans, W., & Longo, A. (April 2011). Smart Meter Devices and The Effect of Feedback on Residential Electricity Consumption: Evidence from a Natural Experiment in Northern Ireland. Milano: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Attia, A. (2005). Bias in RCTs: confounders, selection bias and allocation concealment. *Middle East Fertility Society Journal*, 258-261.
- Bager, S., & Mundaca, L. (Juni 2017). Making ‘Smart Meters’ smarter? Insights from a behavioural economics pilot field experiment in Copenhagen, Denmark. *Energy Research & Social Science*, ss. 68-76.
- Benson, B. L. (2016). *Are Roads Public Goods, Club Goods, Private Goods, or Common Pools?* Florida State University, Tallahassee, USA: Springer, Cham.
- Berndtsson, L. (1999). *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Boverket. (2017). *Individuell mätning och debitering: Uppföljning 2017*. Karlskrona: Boverket.
- Brännlund, R., & Kriström, B. (2012). *Miljöekonomi*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Carlsson, F., Gravert, C., Johansson, O., & Kurz, V. (2019). *Nudging as an Environmental Policy Instrument*. Göteborg.
- Darby, S. (April 2006). The effectiveness of feedback on energy consumption. Oxford: Environmental change institute.
- Duflo, E. (2019). *Randomized Controlled Trials, Development Economics and Policy Making in Developing Countries*. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Energimarknadsbyrån. (2020). *Normal elförbrukning och elkostnad för lägenhet*. Hämtat från <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och->

kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-lagenhet/ den 06 05 2020

Energimyndigheten. (2017). *Energistatistik för flerbostadshus 2016*. Eskilstuna: Energimyndigheten.

Europaparlamentets och rådets direktiv. (2018). *Ändring av direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet*.(2018/2002)

Europeiska-kommissionen. (u.å). *Långsiktig strategi för 2050*. Hämtat från https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_sv den 01 05 2020

Fingleton, B. (u.å). *Presentation - Regression with panel data: an Introduction*. Hämtat från http://www.cantab.net/users/bf100/pdf/pd_slides_fingleton.pdf den 06 05 2020

Fisher, I. (1911). *The purchasing power of money, its determination and relation to credit interest and crises*. New York: Macmillan.

Fisher, I. (1930). *The theory of interest: as determined by impatience to spend income and opportunity to invest it*. New York: Macmillan.

Fisher, Irving. (1896). Appreciation and Interest: a Study of the Influence of Monetary Appreciation and Depreciation on the Rate of Interest, with Applications to the Bimetallic Controversy and the Theory of Interest. *The Economic Journal*, 567-570.

Friedman, D. D. (1986). *Price Theory: An Intermediate Text*. South-Western Publishing Co.

Friedman, M. (1956). *Studies in the quantity theory of money*. Chicago: University of Chicago Press.

Friedman, M. (1968). *Dollars and deficits: inflation, monetary policy and the balance of payments*. New Jersey: Prentice-Hall.

Gravert, C., & Carlsson, F. (2019). *Nudge som miljöekonomiskt styrmedel: Att designa och utvärdera*. Stockholm: Naturvårdsverket.

Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. New York: Prentice Hall.

Göteborgs-energi. (2016). *Skillnad mellan individuell och gemensam mätning*. Göteborg: Göteborgs energi.

- Infrastrukturdepartementet. (2019). *Förbättrat genomförande av direktivet om energieffektivitet – Individuell mätning av värme och tappvarmvatten i befintlig bebyggelse*. Regeringskansliet. Hämtat från https://www.regeringen.se/4adac2/contentassets/0453ad9489764dde9791c7408550c531/promemoriar-forbatrat-genomforande-av-eed_remiss.pdf?fbclid=IwAR3cZcnZ0urO3B9_8Qd9maEKIuYhFXw8zPpLG3x0WnSytXCJP35p5LdAd2c den 15 04 2020
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers*. Genève: IPCC.
- Levinson, A., & Niemann, S. (Februari 2003). Energy Use By Apartment Tenants When Landlords Pay For Utilities. Georgetown.
- Levitt, S. D., & List, J. A. (2008). *Field experiments in economics: The past, the present, and the future*. Chicago: Elsevier.
- Lo, A. W. (2019). *Adaptive Markets: Financial Evolution at the Speed of Thought*. New Jersey: Princeton University Press.
- Mankiw, N. G. (2009). *Principles of Microeconomics* (5:a upplagan uppl.). Mason, OH, USA: Cengage Learning.
- Naturvårdsverket. (2018). *Utsläppen av växthusgaser minskar - men för långsamt*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Nyheter-och-pessmeddelanden/Nyhetsarkiv/Nyheter-och-pessmeddelanden-2018/Utslappen-av-vaxthusgaser-minskar---men-for-langsamt/> den 01 05 2020
- Naturvårdsverket. (2019a). *Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag/> den 16 04 2020
- Naturvårdsverket. (2019b). *Bränslebyte har gett lägre utsläpp av växthusgaser från el och fjärrvärme*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-el-och-fjarrvarme/> den 12 04 2020
- Naturvårdsverket. (2019c). *Klimatneutral energisektor inom räckhåll*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Klimatneutralt-Sverige/Energi/> den 20 04 2020

- Naturvårdsverket. (2019d). *Miljöekonomi*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Samhallsekonomiska-analyser/Miljoekonomi/> den 03 05 2020
- Sandelin, B., Trautwein, H.-M., & Wundrak, R. (2014). *A Short History of Economic Thought*. Abingdon: Taylor & Francis Group.
- SBAB. (2020). *Booli.se*. Hämtat från https://www.booli.se/?gclid=EAIaIQobChMI18Pdvdjq6QIVetZ3Ch13QgqBEAAYA SAAEgIUXPD_BwE
- Schubert, C. (2017). *Green nudges: Do they work? Are they ethical?* Erfurt, Tyskland: Elsevier.
- SFS. (2014:267). Stockholm: Infrastrukturdepartementet.
- Svensson, J., Fredriksson, P., & Persson, T. (2019). *Forskning till hjälp för världens fattiga*. Stockholm: Kungl. Vetenskapsakademien.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1980). *The Framing of Decisions and the Rationality of Choice*. Palo Alto: Stanford University.
- United-Nations. (December 2015). Paris Agreement. New York: United Nations.
- Urbina, D. A., & Ruiz-Villaverde, A. (2019). A Critical Review of Homo Economicus from Five Approaches. *American Journal of Economics and Sociology*.
- Wicksell, K. (1898). *Geldzins und Güterpreise*. Jena: Fisher.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory Econometrics*. Michigan: Cengage Learning.

Bilaga 1

Tabell A. Deskriptiv data över variabler

Variabel	Skala	Medel	Min	Max
InEnergikvm	kwh/m2/dag	-1,84	-6,05	0,26
Area	m2	9940	845	19753
Area2	m2*m2	150 000 000	714 030	390 000 000
Priskvm	Sek/m2	41410	0	56556
Ålder	År	48,29	34	66
Jan-Dec	0-1	0,083	0	1
Y2017-Y2019	0-1	0,33	0	1
Må-Sö	0-1	0,143	0	1
Gemensam (dummy = 1 om gemensam)	0-1	0,71	0	1

Bilaga 2

För att se vilken av metoderna fast effekt eller slumpmässig effekt som är mest lämpad för uppsatsens analys används ett Hausman test. Det är ett test som utifrån uppsatsens data kommer fram till vilken metod som bör användas. Först anges variabeln "Förening" som den variabel en effekt ska antas på. Detta utförs i Stata genom kommandot *xtset Förening Dagar, daily*. Där "Dagar" antar ett värde mellan 1 och 1095, där daily står för intervallet mellan observationerna. Därefter utförs två regressioner. För att estimeras koefficienterna för de olika effekterna kommer *xtreg* att användas. Det är ett kommando som används för att koppla tillbaka till den tidigare *xtset*-programmeringen. Vidare kommer två regressioner att utföras. Skillnaden mellan de två är vilken effekt som antas, där *fe* står för fast effekt och *re* för slumpmässig effekt.

- *xtreg Energikvm Area Priskvm Ålder Jan-Nov Y2017 Y2018 Må-Ti, fe*
- *xtreg Energikvm Area Priskvm Ålder Jan-Nov Y2017 Y2018 Må-Ti, re*

Efter vardera regression sparas den estimerade koefficienten för användning i Hausman-testet. Hausman-testet görs genom en jämförelse av koefficienterna genom följande kommando: *hausman fe re*. När detta kommando används blir resultatet i enlighet Tabell B nedan.

Tabell B. Hausman-test över fast effekt eller slumpmässig effekt

	— Coefficients —			sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	
Jan	.0542759	.0542759	-1.32e-13	5.31e-09
Feb	.0536455	.0536455	-1.59e-13	5.42e-09
Mar	.0028608	.0028608	-1.43e-13	5.29e-09
Apr	-.1308988	-.1308988	-1.52e-13	4.69e-09
Maj	-.2324043	-.2324043	-1.83e-13	5.27e-09
Jun	-.2891511	-.2891511	-1.63e-13	4.72e-09
Jul	-.3042262	-.3042262	-1.92e-13	5.23e-09
Aug	-.2950095	-.2950095	-1.92e-13	5.25e-09
Sep	-.2536333	-.2536333	-1.57e-13	4.64e-09
Okt	-.1529128	-.1529128	-1.69e-13	5.25e-09
Nov	-.0445515	-.0445515	-1.48e-13	4.62e-09
Y2017	.0122813	.0122813	4.60e-15	1.49e-09
Y2018	.0152335	.0152335	4.87e-15	1.50e-09
Må	-.0010121	-.0010121	9.31e-15	.
Ti	-.0007837	-.0007837	1.07e-14	.
On	-.0070193	-.0070193	1.26e-14	.
To	-.0097289	-.0097289	1.31e-14	.
Fr	-.009138	-.009138	1.13e-14	.
Lö	-.0036747	-.0036747	9.66e-15	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\text{chi2}(19) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 0.00$$

Prob>chi2 = 1.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

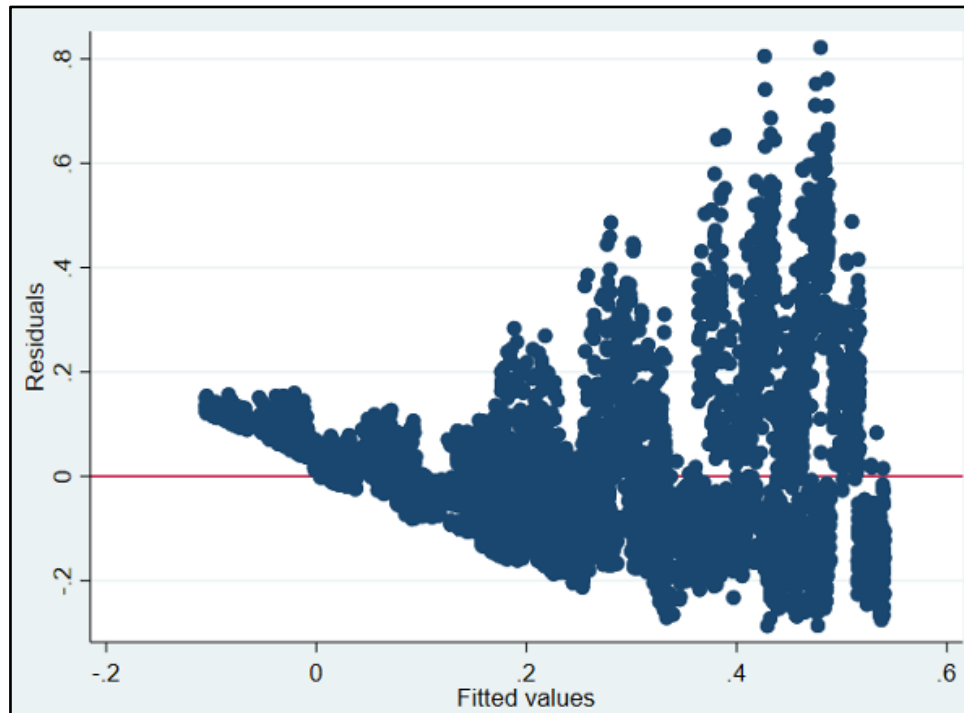
Testet för fast effekt eller slumpmässig effekt baseras som tidigare nämnt på två regressioner som görs för respektive effekt, där Hausman kräver att variablerna är samma i de två regressionerna. Mest idealt hade varit att få med variablerna Area, Priskvm och Ålder i regressionen för fast effekt då de bättre beskriver föreningarna. Som framgår i Tabell C är korrelationen mellan variablerna och föreningar (gemensamma 1-5 och individuella 1 och 3), som i regressionerna är de variabler effekten (fixed eller random) är satt på, både positiva och negativa. Som kan avläsas är korrelationen ganska hög om Area och Priskvm jämförs i föreningarna. Detta gäller även Ålder där korrelationen dock är lite lägre. Problemet som

uppstår i detta fall är att variablerna är korrelerade med effekten, vilket leder till att de blir utelämnade i regressionen med fast effekt. Detta uppstår dock inte vid slumpmässig effekt vilket leder till att de två regressionerna får olika typer av variabler. I själva Hausman testet jämförs sedan de variabler de båda regressionerna har lika vilket i detta fall är dummyvariabler för månader, år samt veckodagar.

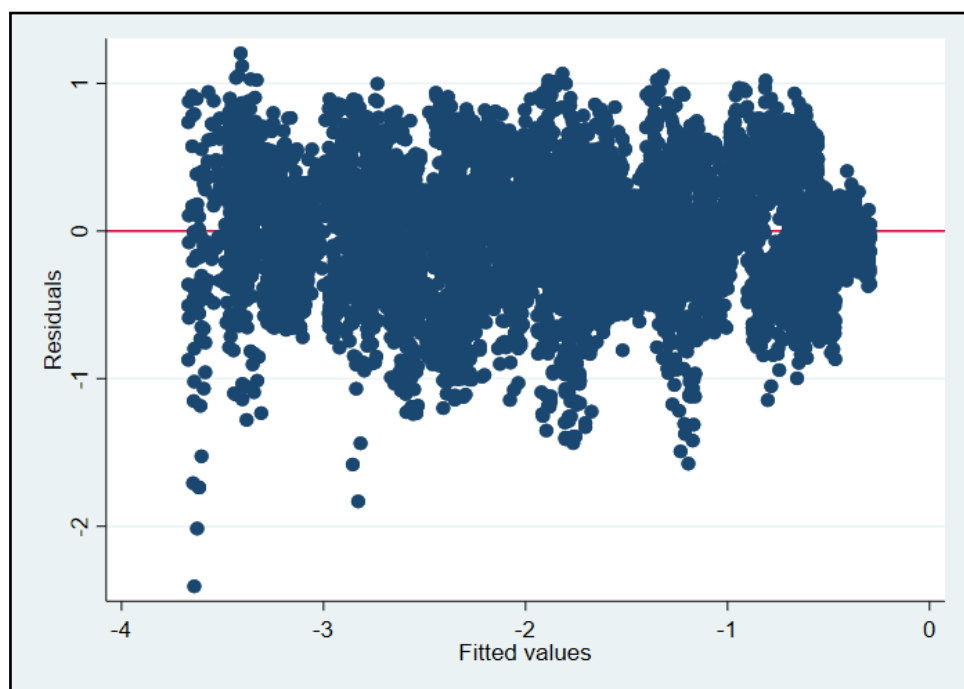
Tabell C. Resultat av korrelationen mellan föreningarna och variabler Area, Ålder och Priskvm

(obs=7,665)			
	Area	Ålder	Priskvm
Area	1.0000		
Ålder	0.1127	1.0000	
Priskvm	-0.3907	-0.2742	1.0000
G1	0.4210	0.1374	-0.5544
G2	-0.5180	-0.3806	0.7254
G3	0.5590	0.2484	-0.1553
G4	-0.1271	0.6185	0.0650
G5	-0.4444	0.3224	-0.0275
I1	0.3622	-0.4546	0.3624
I3	-0.2525	-0.4916	-0.4156

Bilaga 3



Figur A. Graf över test för homoskedasticitet med Energikvm.



Figur B. Graf över test för homoskedasticitet med lnEnergikvm.