

OTDK-dolgozat

Stadler Balázs

BA

2013.

A magyarországi földgázkereslet rugalmasságvizsgálata
Estimation of the Elasticities of the Hungarian natural gas
demand Stadler Balázs

Kézirat lezárásának időpontja: 2011. október 6.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
1.1. A földgázpiacról általánosságban	3
2. Mikroszintű becslés	5
2.1. Adatok	5
2.2. Leíró elemzés	6
2.3. Modellek bemutatása	9
2.3.1. OLS	9
2.3.2. Diszkrét-folytonos modell	11
2.4. Nemzetközi tapasztalatok	15
2.5. Saját empirikus eredmények	16
2.5.1. Földgázkereslet becslése	16
3. Aggregált becslés	20
3.1. Adatok	20
3.2. Modell bemutatása	21
3.2.1. Elmélettörténeti háttér	21
3.2.2. Elméleti-ökonometriai háttér	22
3.3. Nemzetközi tapasztalatok	23
3.4. Saját empirikus eredmények	24
3.4.1. OLS becslés	24
3.4.2. Prais-Winsten becslés	26
4. Összefoglalás	27
Függelék	29
Irodalomjegyzék	40

Táblázatok jegyzéke

2.1. Gázfogyasztó eszközök Készülék Egységnyi Fogyasztás-értékei	8
3.1. Mértékegységek a makroökonometriai becsléshez	20
3.2. Asche et. al (2008) heterogén becsléseinek eredményei a földgázkeresletre . . .	23
T.1. A magyarországi gázfogyasztás megoszlása (2007). Forrás: Eurostat	29
T.2. Durbin-Watson teszt kritikus értékei	36
T.3. Mikroszintű OLS becslések a földgázfogyasztásra	36
T.4. Multinomiális logisztikus regresszió a fűtési módokhoz	37
T.5. Multinomiális logisztikus regresszió a tüzhelytípusokra	38
T.6. Diszkrét-folytonos becslés a gázfogyasztásra	39
T.7. OLS becslés a földgázkeresletre aggregált adatokból	39
T.8. Prais-Winsten becslés a földgázkeresletre	39

Ábrák jegyzéke

2.1.	Az elektromos áramra fordított átlagos összeg a jövedelmi decilisek szerint (2009)	6
2.2.	Az földgáz fordított átlagos összeg a jövedelmi decilisek szerint (2009)	7
2.3.	A megyék együttthatói egy konstans nélküli regresszióban a földgázfogyasztásra (2009)	7
2.4.	Földgázra költött összeg megoszlása a háztartásban élő személyek száma szerint	9
2.5.	A diszkrét-folytonos becslésben az egyenletek rendszere	19
F.1.	A magyarországi lakossági szektor földgázfogyasztásának alakulása (1992-2007). Forrás: Eurostat	30
F.2.	Európai lakossági energiafogyasztás megoszlása energiaforrások szerint(1960-2002). Forrás: Asche et. al (2008)	30
F.3.	KSH HKF adatainak az egy háztartásban élők száma szerinti megoszlása (2009).	31
F.4.	KSH HKF adatainak nettó jövedelem szerinti megoszlása (2009).	32
F.5.	KSH HKF adatainak gázforrás szerinti megoszlása (2009).	33
F.6.	KSH HKF adatainak gázfogyasztás szerinti megoszlása (2009)	34
F.7.	Magyarországi háztartások fűtés szerinti megoszlása (2009)	34
F.8.	Földgázra költött összeg megoszlása a ház alapterülete szerint	35

1. fejezet

Bevezetés

"Energiát csakis attraktív es mosolygós ember képes adni környezetének".¹ A földgáz is. A földgáz a kőolaj mellett az utóbbi évszázad legfontosabb energiahordozója. Ennek ellenére a közgazdaságtanban meglehetősen kevesen foglalkoznak vele (Al-Sahlawi, 1989). A földgázfelhasználás közgazdaságtani kutatása különösen érdekes az egykori szovjet országokban, ahol az elmúlt 20 évben váltottak tervgazdaságról piacgazdaságra. Ezekben az országokban sokáig politikai kérdésként kezelték a gázárzást és -fogyasztást. Magyarország nagyon érdekes helyzetben van a földgázfelhasználás tekintetében. Egyrészt Európában a második legnagyobb az egy főre jutó földgázfogyasztás (*Magyarországi Földgázpiac Rövid Bemutatója*, 2011), ám a többi hasonlóan nagy fogyasztású országgal szemben (pl.: Hollandia, Egyesült Királyság) Magyarország behozatalra szorul földgázból. Másrészt az európai trenddel ellentétben Magyarországon folyamatosan csökken a lakossági fogyasztás (ld.: F.1. ábrát), ugyanakkor a földgáz aránya az összes energiaszolgáltatásban Magyarországon és Európában is nő (ld.: F.2. ábrát). A magyarországi földgázfogyasztás nagy része lakossági felhasználás (ld.: T.1. táblázatot) ezért a tanulmány ennek a szektornak a keresletét vizsgálja részletesebben.

A rugalmasságvizsgálat - különösen az energiaszektorban - nem pusztán elméleti érdekesség, hanem komoly gyakorlati haszna is van. Elsősorban a különböző gazdaságpolitikai intézkedéseknél érdemes megvizsgálni a keresletet, hogy tisztábban láthassuk az intézkedések hatásait a fogyasztókra. Például a 2003-ban bevezetett gázártámogatás a 2006-os átalakításig csak a fogyasztott földgáz mennyiségétől függött - minél többet fogyasztott valaki, annál több támogatáshoz jutott. Ez nem ösztönzött a - energia-gazdaságosság és környezetvédelem szempontjából fontos - fogyasztás csökkentésére, ráadásul a támogatás nagy része így a magasabb jövedelmű fogyasztókhoz jutott. 2006-ban két lépcsőben átalakították, 2007-től csak jövedelemvizsgálat után lehetett jogosult a háztartás a támogatásra. Ez az átalakítás jelentősen javította méltányos-

¹Fekete István

sági szempontból a gázártámogatást, arról nem is beszélve, hogy költségvetési szempontból is kedvezően hatott (Gáspár & Kiss, 2009, p. 43-46). A pontos, a fogyasztásra és a költségvetési bevételekre kifejtett hatását, azonban csak akkor lehet kiszámítani, ha rendelkezünk a lakossági földgázkereslet ár- és jövedelemrugalmasságára vonatkozó becslésekkel - ami jelen dolgozat témája. Másrészt a gázártámogatás átalakítása az ún. diff-in-diff² becslésre is lehetőséget teremtene, amellyel pontosan lehet a különböző intézkedések fogyasztókra mért hatásait vizsgálni (Meyer, Viscusi, & Durbin, 1995). Azonban ez a dolgozat ezt a "természetes kísérletet" nem használja ki a rugalmasságok becslésénél.

A szakdolgozat célja háztartások a földgáz keresletrugalmasságait megbecsülni. A rugalmasság azt méri, hogy egy változó százalékos megváltozására (pl.: 1%-os jövedelem- vagy áremelkedésre), hogyan változik az adott jöszágból keresett mennyiség. Így pl.: a jövedelemrugalmasság képlete a következő:

$$\epsilon = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta Y/Y} \quad (1.1)$$

Ahol Q a keresett mennyiség, Y pedig a jövedelem. Mivel energiáról van szó, amelyre szükség van a fogyasztóknak mindennapi élethez, a rugalmasságaik abszolút értékben feltehetően igen alacsonyak, azonban minél hosszabb távra nézzük, annál rugalmasabbak. A szimultenitás miatt - vagyis amiatt, hogy a kereslet és a kínálat egyszerre változik és a közgazdász csak a piaci egyensúly pontjait tudja megfigyelni, bizonyos feltevéseket kell tennünk, hogy azt tudjuk állítani a keresletet "tapogattuk le" és nem a kínálatot. A földgáznál ennek a feltételezésnek nem kell a valóságtól elrugaszkodottnak lennie, mert - ahogy fentebb is említettem - a magyarországi földgázfogyasztás nagy részét (több mint 82%-át) külföldről, elsősorban Oroszországból importált földgáz adja. Azonban orosz földgázt fogyaszt Közép- és Kelet-Európa nagy része, így a magyarországi háztartások kereslete legfeljebb marginálisan befolyásolja az árazási döntést. Így kijelenthetjük, hogy az ár exogén - kívülről adott - a háztartásoknak. Persze azt a kérdést, hogy a kínálatot vagy a keresletet "tapogattuk le" segít eldönteni a sajátárrugalmasság előjele, hisz amennyiben az negatív, az ár és fogyasztott mennyiség között negatív kapcsolat van, ami a keresletnek a tulajdonsága. Ugyanígy ha pozitív, akkor valószínűleg a kínálatot becsültük meg. A kettő egyszerre is változhat azonban annak a modellezése messze túlmutat ezen esszé keretein.

A becsléseimhez kétféle módszert használok, két különböző adatbázison. Az első adatbázis mikroszintű keresztmetszeti adatokat tartalmaz, így árrugalmasságokat nem becslök, viszont jobban ki tudom küszöbölni az endogenitást a felmérő kérdőív részletessége miatt. Ezt az adatsort kétszer használok: egyszer sima OLS becslésekhez, majd az ún. "összetett diszkrét-

²Differences in differences - különbségek különbsége (saját ford.)

folytonos"³ becsléshez. A második adatbázis pedig aggregált 20 éves idősoros adatokat tartalmaz, szintén kétszer használva fel azokat: az autokorreláció kiküszöbölése miatt egy késleltett OLS-hez és a Prais-Winsten becsléshez.

Az eredmények alapján a földgáz jövedelemrugalmassága rövid távon 0.07 és 0.14 között mozog, hosszú távon 0.16 és 0.51 között. A sajátárrugalmassága rövid távon -0.13 (-0.5-(-0.3) hosszú távon).

A szakdolgozat a becslések előtt egy rövid részfejezet keretében ismerteti a földgázpiacot. Majd a becslésekre rátérve, a dolgozat első felében a mikroszintű becsléseket mutatja be. Azon belül elsőként az adatok mibenlétét tisztázza, szélesebb áttekintés adva leíró elemzéssel. Ezek a leíró statisztikák önmagukban is érdekesek, mert sok később megerősített összefüggésre rávilágítanak. Majd bemutatja a mikroszintű becsléshez használt két modellt, a hangsúlyt kissé az összetett diszkrét-folytonos modellre helyezve. Ezek után egy rövid részfejezet következik, ami áttekinti a témában készült irodalmat. Majd rátérek részletesebben a saját empirikus eredményeimre, mindkét modellel. A dolgozat második felében az aggregált becslésről lesz szó. Elsőként megint csak az adatokat ismertetem, majd a modellek rövid bemutatása következik. Ezek után a nemzetközi tapasztalok és kutatások eredményeit ismertetem röviden. Majd újbán a saját empirikus eredményeimet mutatom be, végül pedig a dolgozat összefoglalója, és konklúziója jön.

1.1. A földgázpiacról általánosságban

Egy közgazdasági vizsgálatot nehéz értelmezni, ha nem ismerjük pontosan a vizsgálat tárgyát és a piaci rendszert, ahol kereskednek vele. Ezért úgy gondolom, érdemes pár szót ejteni magáról a földgázról, illetve a földgázpiacról is.

A földgáz a szénat leszámítva a legolcsóbb energiahordozó, ami természetes eredetű, szerves anyagok bomlásával keletkező színtelen szagtalan ásványi termék. Az olcsósága mellett az egyik legkörnyezetkímélőbb energiaforrás.

Bár már az ókori, i.e. 1000-ből származó források is tesznek említést "égő források"-ról, a földgáz szabályozott kinyerése a XVIII. század végén történt meg, több kutató által, akik egymástól függetlenül állították elő kőszénből. Eleinte csak néhány kísérletező kedvű iparmágus használta világításra, majd miután gázégővel oldották meg a londoni Westminster-híd díszkivilágítását, fokozatosan elterjedt Európa fővárosaiban. Az első ipari célra Bécsben alkalmazták, egy tégláégető kemence hevítésére. Ekkoriban kezdték el alkalmazni elektromos áram előállítására, és így lassan fény derült sokoldalú tulajdonságaira, amelyek alkalmassá tették,

³Joint discrete-continuous (saját ford.)

hogy alkalmazzák különböző iparágakban (pl.: tégláégetés és gyógyszeripar). Ahogy bővült a felhasználási köre, úgy változott neve gyártott gázzal városi gázra. Magyarországon Széchenyi István nagycenki kastélyát világították először földgáz égőkkel. 1855-ig, az első magyarországi gázgyár megnyitásáig, minden létesítmény saját gázgyártásra rendezkedett be. Nem sokkal később üzembe állt a pesti közvilágítás. A budapesti gázellátás nagy fordulópontja 1910 volt, amikor a főváros tulajdonába vette az addig létesült négy gázgyárat. A következő kiemelendő esemény az olajtól független földgázkészletek felfedezése az 1950-es években. A magyarországi földgázvezeték-hálózat mai állapotában 1965-ben készült el (Cséki, 2001).

Amíg a földgáz eljut a termelőtől a fogyasztóig, számos folyamaton kell átesnie. Ezek sorrendben: termelés, előkészítés, szállítás, tárolás és elosztás.

A kitermelés módját sok tényező befolyásolja: a gáz nyomása, tisztasága, mennyisége, a kísérő anyagok aránya, valamint a gazdaságosság aránya. A kitermelés után egy tisztítási folyamaton megy keresztül annak érdekében, hogy a fogyasztóhoz megfelelő minőségű gáz jusson el. Ebben a folyamatban eltávolítják a földgázból a felesleges elemeket (pl.: szén-dioxid, kőolaj, stb.). Ezt követően jut el az elosztókhoz. Az elosztók két úton juttathatják el a fogyasztókhoz: cseppfolyósítva hajón, vagy gázként vezetékekben. A vezetékes megoldás jelentős infrastrukturális beruházásokat igényel, további hátránya, hogy a zártkörűsége miatt növeli a függőségi kockázatot. A cseppfolyósított földgáz előnye, hogy a teherhajókkal könnyebb áthidalni a nagy távolságokat, ráadásul a függőségi kockázat is kisebb. Ma jellemzően a vezetékes szállítást preferálják a gyorsasága és a környezet kímélése miatt.

A függőség miatt érdemes a földgázt tárolni, ami jellemzően kiapadt gázmezőkben történik. Végül az elosztást végző szolgáltatók kisnyomású vezetékeken juttatják el a fogyasztókhoz (Bizsók, 2005). Ebből a leírásból is látszik, hogy a földgázpiacon szükség van az állami szabályozásra. Az egyik legjelentősebb szabályozás a földgáz árának állami szabályozása, különböző ún. földgáz ár képletek alapján. Ezek a képletek viszonylag gyakran (3-4 évente) cserélődnek, azonban általánosságban elmondható, hogy figyelembe veszik az amerikai dollár-forint árfolyamot, az 1%-os valamint a 0.2%-os kéntartalmú gázolaj az elmúlt 9 havi átlagárait. Például a mikroszintű adataink évében (2009) az árazási képlet a következő volt:

$$ie_{usd} = 287.98 \left(0.5 \frac{fo}{302.093} + 0.5 \frac{go}{541.562} \right) \quad (1.2)$$

Ahol ie_{usd} "a rendelkezésre álló tény importárakat és a kőolajtermékekre vonatkozó világpiaci árelőrejelzéseket figyelembe vevő tárgyidőszaki importár előrejelzések alapján számított átlagos földgáz beszerzési ár a rendszeres árkorrekciós javaslatokban, USD/em³" (MEH, 2012, p. 16), fo a 1%-os, go 0.2%-os kéntartalmú gázolaj 9 havi árakból számított számtani átlaga.

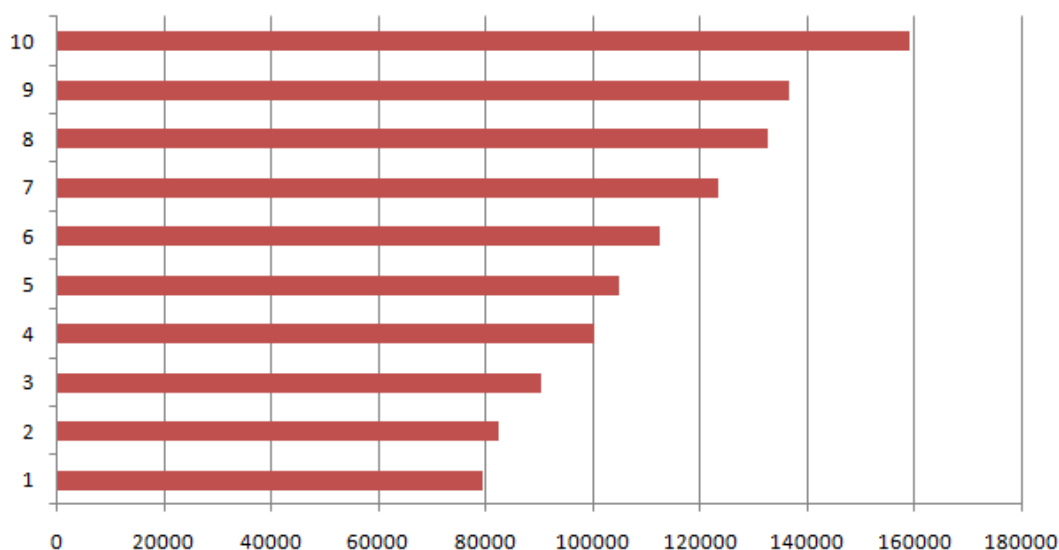
2. fejezet

Mikroszintű becslés

2.1. Adatok

Az általam elemzett mikroszintű adatok a Központi Statisztikai Hivatal 2009-es Háztartási Költségvetési Felméréséből (továbbiakban: HKF) származnak. A felmérésnek az az elsődleges célja, hogy felmérje a magyar háztartások bevételeit és kiadásait. Ennek megfelelően az adatfelvétel során a lakosság köréből gyűjtenek információkat a háztartások jövedelméről, fogyasztásáról és egyéb jellemzőiről. Az adatfelvétel során a magyarországi magánháztartások 0.2-0.3 százaléka kerül véletlenszerűen a mintába, mely körülbelül nyolc-, tízezer háztartást jelent.

A háztartási felvételben részt vevő háztartások adatszolgáltatása több lépésben történik. Az első szakaszban a mintában részt vevő háztartások mindegyike az év egy előre megadott hónapjában háztartási naplót vezet, amelybe (a kérdezőbiztosok útmutatásával és ellenőrzésével) naponta részletesen feljegyzik bevételeit, kiadásait, valamint a saját termelésből fogyasztott élelmiszerek mennyiségét. A kérdezőbiztosok ezeken túl feljegyzik az egyes háztartások demográfiai, gazdasági aktivitási és lakáskörülményeire, tartós fogyasztási cikkekkel való ellátottságára vonatkozó adatait is. Az adatfelvétel második szakaszában a következő év elején minden naplóvezető háztartás beszámol egész előző évi, ritkábban előforduló, nagy összegű vásárlásairól, lakásberuházásairól, illetve a háztartás valamennyi tagjának előző éves jövedelmeiről. Ezeknek az információknak a hitelességét már a többnyire rendelkezésre álló bizonylatok, munkáltatói igazolások is erősítik (Molnár, 2003). Ezt az adatbázist széles körűen alkalmazzák magyarországi mikroszintű empirikus közgazdasági elemzéseknel (Cseres-Gergely & Molnár, 2008).



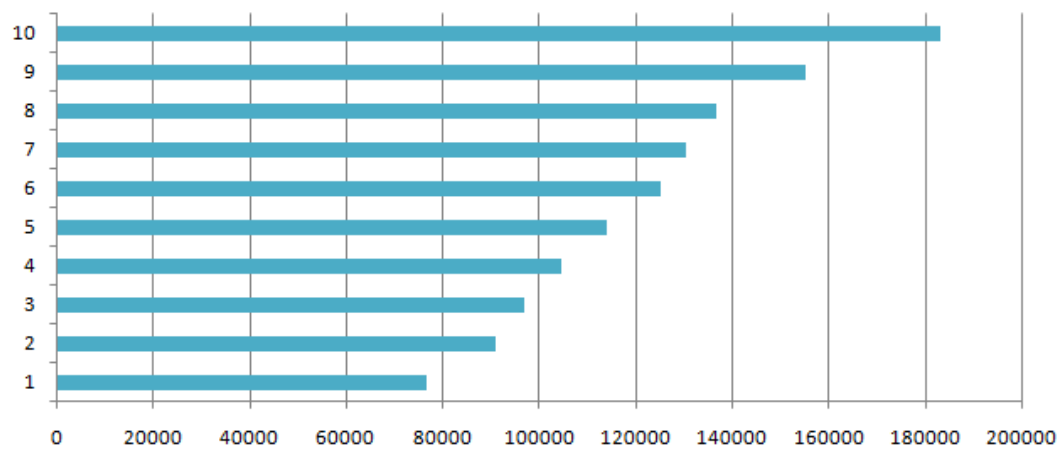
2.1. ábra. Az elektromos áramra fordított átlagos összeg a jövedelmi decilisek szerint (2009)

2.2. Leíró elemzés

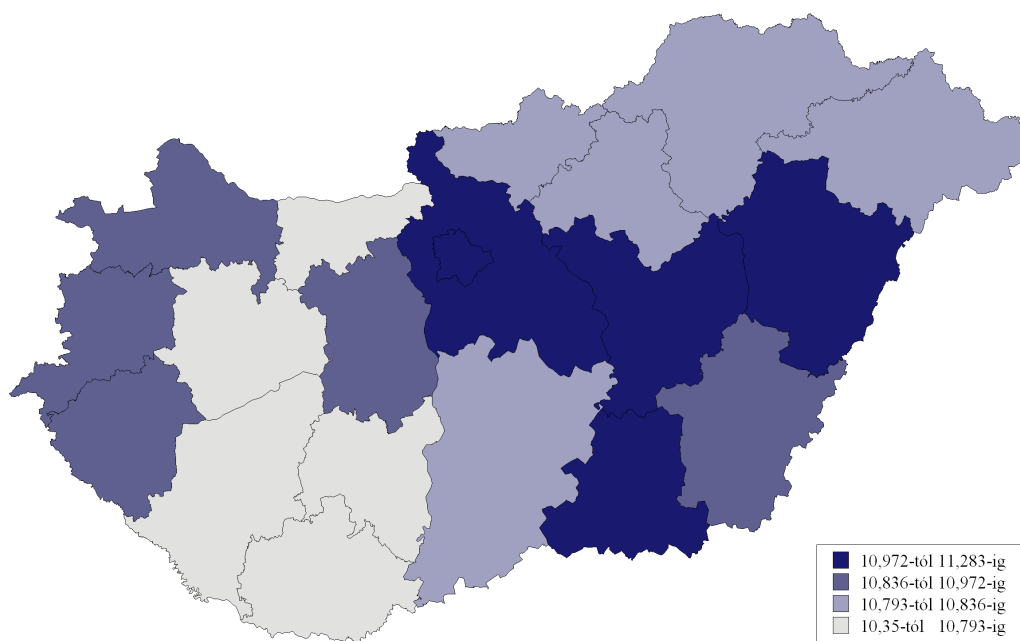
Mielőtt rátérnénk a modellekre, érdemes megvizsgálni részletesebben az adatokat és néhány leíró elemzést végezni. A leíró statisztikák rámutathatnak bizonyos tendenciákra és összefüggésekre, amelyet később a modellek alátámasztanak. Az átlagos háztartás jövedelmének 27 %-át költi földgázra.¹

A 2.2. ábrán a gázra költött összegek láthatóak jövedelmi decilisek szerint. Meg lehet figyelni, hogy minél magasabb jövedelműek a fogyasztók, annál többet költenek földgázra. Ez azt sejteti, hogy a jövedelemrugalmasság feltehetően pozitív. Például, ahogy látható a legtehetősebb tized, kétszer annyit fogyaszt, mint a legalacsonyabb jövedelmű tized. Bár ahogy megfigyelhető a jövedelemkiadási arány, egyre csökken, ahogy a magasabb jövedelműek egyre kevesebb pénzt adnak ki az földgázra. A 2.4. ábrákon szintén a gázra költött összegek láthatóak, csak ezúttal aszerint, hogy hányan élnek az adott háztartásban, egy embertől maximum tizenkettőig. Érdekes, hogy egytől nyolcig és kilencig növekszik a földgázra kiadott összeg, majd ott esik és aztán újra elkezd növekedni. Fontos kiemelni azonban, hogy a 8 fő feletti háztartások a mintában kevesebb, mint 1.5%-ot képviselnek, így ezeknél eléggé befolyásol-

¹A nettó jövedelmek szerinti eloszlás (F.4. ábra) közelítően lognormális eloszlást mutat, ami megfelel az előzetes elvárásainknak. A gázra költött összeg szerinti megoszlás (F.6. ábra) egy kicsit eltér ettől. Ahogy az F.5. ábrán is látható a legtöbb mintában szereplő háztartás vezetéken keresztül fogyasztja a földgázt. Még kiemelném a különböző háztartásokban élő személyek száma szerinti megoszlását, ami a kevesebb kategória miatt nem annyira kitűnő, de - a jövedelemhez és az elektromosság fogyasztásához hasonlóan - megfelelő közelítéssel lognormális eloszlású.



2.2. ábra. Az földgáz fordított átlagos összeg a jövedelmi decilisek szerint (2009)



2.3. ábra. A megyék együtthatói egy konstans nélküli regresszióban a földgázfogyasztásra (2009)

	Együttható (Ft/db)	Gyakoriság	Várható költség
Kombinált tűzhely	60 652.44	0.1	6 065.24
Gáztűzhely	37 312.93	0.89	33 208.51
Gázfűtés	130 133.70	0.57	74 176.21
Összes költség			61 979

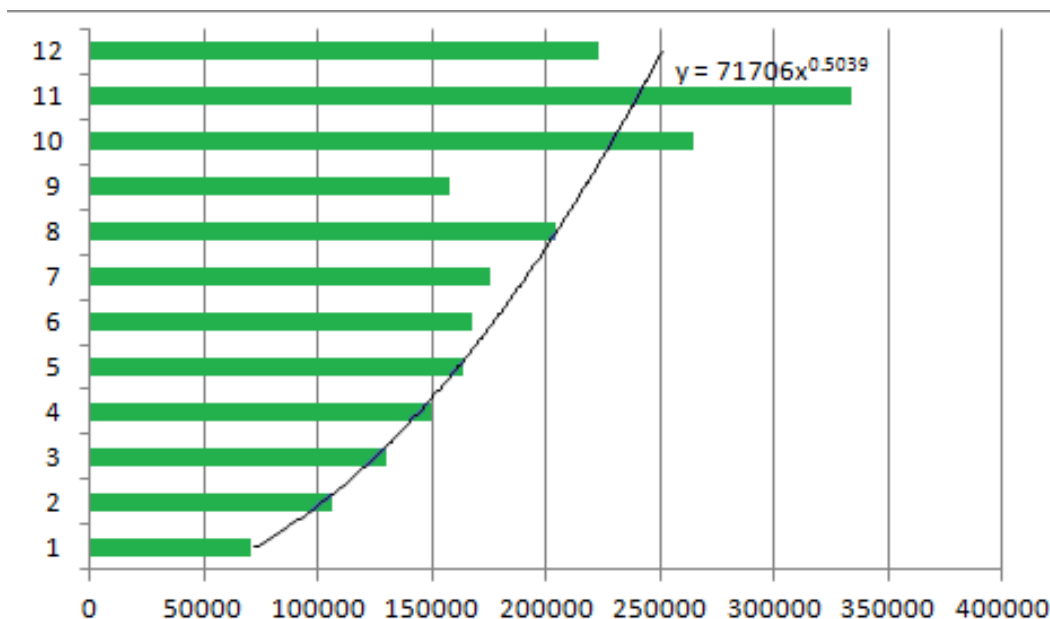
2.1. táblázat. Gázfogyasztó eszközök Készülék Egységnyi Fogyasztás-értékei

hatják az átlagot a háztartás-specifikus tényezők. A személyek számára érdemes trendvonalat illeszteni, hogy összevethessük az OECD által a fogyasztási egység számításánál használt "ekvivalens jövedelemmel", ami 0.72-dik hatványon korrigálja a jövedelmet, beleszámolva, hogy egy kétszemélyes háztartás nem kétszer annyit keres, mint egy egyszemélyes háztartás. A becslést nagyon torzítják a kiugró értékek (outlierek), így kicsit talán nagyobb körültekintéssel kell értelmezni a hatványkitevőt. A földgázfogyasztásnál ez az érték 0.5. Ez megfelel az előzetes elvárásainknak, hisz ez azt jelenti, hogy a személyek számának emelkedésével lassabban nő a földgázfogyasztás, mint a többi jószág (pl.: gépkocsi, mozijegy) esetében. Végül az F.8. ábrán pedig ugyanígy a gázra költött összegek láthatóak a ház alapterületének decilisei szerint. Itt is az intuícióval megegyező eredményt kapunk, vagyis minél nagyobb egy ház alapterülete annál gáz fogy.

Érdekes kiszámolni a különböző földgázfogyasztó készülékek egységnyi fogyasztását, vagyis az egyes eszközök hozzájárulását a teljes energiára fordított kiadásra. Ezt technikailag úgy tehetjük meg, hogy futattunk egy regressziót, ahol a különböző eszközökkel magyarázzuk az energiára szánt összeget. Az egyes eszközök együtthatóit lehet a KEF-értékeként értelmezni. Az eredményeket a 2.1 táblázatokban lehet látni. Dubin és McFadden cikkében (Dubin & McFadden, n.d.) ezt az értéket Unit Appliance Consumption-nak (UAC) nevezték el, ami szabadfordításban nagyjából azt jelenti, hogy Készülék Egységnyi Fogyasztása (KEF).

Ahogy látható a táblázatban erőteljesen a fűtési-jelleg dominál, ami összesen majdnem 60%-át adja a teljes fogyasztásnak. A kombinált tűzhelyekre meglepő módon több pénzt költenek a fogyasztók, ezt azonban könnyen okozhatja az, hogy a gáztűzhelyet tartó fogyasztók alacsonyabb jövedelműek, így kevesebbet költenek gázra (ld. előző bekezdés). A gázra költött összeg átlagosan: 61 979 forint.

A 2.3 ábrán látható, hogy a magyarországi háztartások földgázfogyasztását hogyan befolyásolja a lakhely megyeszinten. Ezeket az eredményeket úgy kaptuk, hogy egy konstans nélküli regressziót futattunk a különböző energiakiadások logaritmusaira a megye dummykkal magyarázva. A térkép alapján megfigyeléseket lehet tenni. Itt az áramhoz képest, pont megfordul a tendencia és inkább az ország nyugati felén fogyasztanak kevesebbet és a keletin többet. Ebben a becslésben természetesen nem kontrollálunk semmire, így fellép az endogenitás, ami megmagyarázhatja, hogy például a feltehetően hasonló meteorológiai adottságokkal rendelkező Buda-



2.4. ábra. Földgázra költött összeg megoszlása a háztartásban élő személyek száma szerint

pest és Pest megye közötti különbséget. Ez például valószínűleg azzal magyarázható, hogy a főváros agglomerációjában élő háztartások jövedelme általában véve magasabb, mint a budapestieké, így több áramfogyasztó eszközt tartanak, ami jelentősen megnöveli a villamosenergia-fogyasztásukat.

2.3. Modellek bemutatása

2.3.1. OLS

Elmélettörténeti háttér

Az OLS, vagyis a legkisebb négyzetek módszere nem véletlenül kapta a nevét. Abból indul ki, hogy van egy összefüggésünk i megfigyelt y és x_j -k között, azonban a pontos összefüggést nem ismerjük:

$$y_i = \alpha + \sum \beta_{ij}x_{ij} + u_i \quad (2.1)$$

Az u_i az egyenlet hibatagja, ami y minden olyan tulajdonságát tartalmazza, amit x nem. Az egyenletet átrendezzük u_i -ra és vesszük a *négyzetét*. Ezt a négyzetet *minimalizáljuk*, az ismeret-

lenek (α, β) szerint, az exogenitási feltételek $(\text{cov}(x, u_i) = 0$ és $E(u_i) = 0$) mellett:

$$\min_{\alpha, \beta} \sum u_i^2 = y_i - \alpha - \sum \beta_i x_i \quad (2.2)$$

Az OLS-t gyakran használják mindenféle összefüggés becslésére (így kereslet becslésére) is, azonban az energiakeresletnél kiderült, hogy nem mindig teljesülnek az exogenitási feltételek. Viszont arról, hogy hogyan jutottunk el odáig, szeretnék egy rövid történeti áttekintést adni. Bár az OLS az ökonometria egyik alapeszköze, története mintegy százötven évvel megelőzi az ökonometria történetét.

A földrajzi felfedezések korában égető szükség volt olyan módszerekre, amelyekkel az óceánokon átívelő felfedező utakat meg lehetett tervezni. Így a csillagászatban alkalmazták elsőként. Amíg a hajókon nem láthatták a szárazföldet, kulcsfontosságú volt a pozíció meghatározása az égitestek helyzete alapján. A legkisebb négyzetek módszerét nem igazán lehet egy névhez kötni, kifejlesztése sokkal inkább egy folyamat, mint egyszeri felfedezés eredménye. A kor egyik nagy csillagászati problémája a Hold librációjának meghatározása volt. A libráció nagy sarkítással a Hold mozgásában fellépő kismértékű szabálytalanság, amelynek következtében "billegni" látszik. Tobias Meyer csillagász ugyanezzel foglalkozott, amikor elsőként döntött úgy, hogy - a kor szokásaival szemben - *ugyanolyan* körülmények között vesz fel adatpontokat a Holdról, amiből kiszámítja az igazi értékeket (Stigler, 1986, p. 22). Cotes leírásában (Cotes, 1722, ahogy idézi Stigler, 1986) amellett érvelt, hogy nem a sima átlagát kell venni az adatpontoknak hanem valami súlyozott átlagát, sőt már megjelenik benne a legkisebb négyzetek módszerének csírája is. Azonban a leírás homályos, ezért nem is igazán alkalmazták (Stigler, 1986, p. 16).

Az OLS első igazi elődjét az. ún. "Boscovich-módszer"-ben tisztelhetjük. Roger Boscovich a Föld alakját tanulmányozta, amikor két iskola feszült egymásnak: azok akik amellett érveltek, hogy a Föld kicsit laposabb a sarkokon, illetve azok akik szerint a Föld az Egyenlítő mentén laposabb. Ma már tudjuk, hogy a sarkokon laposabb a Föld, és Roger Boscovich eredményei is ezt erősítették meg (Stigler, 1986, p. 40). A Boscovich-becslés ismertetése túlmutat ezen dolgozat keretein, de jó áttekintést ad Koenker és Bassett cikke (Koenker & Bassett, 1985).

Ezek után írta le magát a legkisebb négyzetek módszerét elsőként Adrien-Marie Legendre francia matematikus, de mégis Gauss nyomán lett ismert, aki Laplace Jupiterről és Szaturnuszról szóló munkáját használta fel a kutatásra. Gauss eredményeit 1809-ben publikálta és abban már benne volt az OLS becslés hatásosságának bizonyítása, ami Gauss-Markov-tételként lett ismert. Végül gyakorlati hasznát akkor bizonyította, amikor a csillagászok egy addig ismeretlen aszteroida pályáját szerették volna megjósolni a bonyolult Kepler-egyenletek nélkül és az addigi

40 napos adatsor alapján sikerült nekik. Stigler szavaival élve "[A legkisebb négyzetek módszere] olyan volt statisztikának, mint a kalkulus egy évszázaddal korábban a matematikának."² (Stigler, 1986, p. 11)

A közgazdászok azonban csak lassan vették be az eszköztárukba. Alfred Marshall azt állította, hogy nem lehet komolyan venni az OLS-sel kapott eredményeket, mert azok nem 'közgazdaságiak', hanem sokkal inkább matematikai játékszerek (Marshall, 1996, p. 301). Azonban az ökonometria születését követően azonnal az alapeszköze lett. Bár sokan próbálták már az Ökonometriai Társaság alapítói közül is leváltani egy pontosabb, jobb módszerre (Louca, 2007, p. 134), mai napig megmaradt alapeszköznek, amit az ökonometria tankönyvek elsőként tárgyalnak (Wooldridge, 2002; Maddala, 2004).

Azonban az energiakereslet becslésében több dologban is torzít; az első, hogy az energiafogyasztó eszközöket csak diszkrétan lehet fogyasztani, így olyan modellt kell alkotni, ami ezt figyelembe veszi. A második annak felismerése, hogy az energiafogyasztás hibatagja és az eszközválasztás hibatagja összefügg, vagyis van fogyasztótól függő időben állandó ízlés, ami kihat ezekre. Az energiakereslet becslése különösen az 1970-es években lett felkapott, főleg az olajárrobbanásnak és a számítógépek egyre nagyobb elterjedtségének köszönhetően. Ekkor történtek a legnagyobb előrelépések (ld.: 2.3.2 részfejezet első részét).

2.3.2. Diszkrét-folytonos modell

Elmélettörténeti háttér

Az 1970-es években a számítógép kezdett elterjedni, így sokkal könnyebben lehetett ökonometriai becsléseket készíteni. Ugyanebben az évtizedben feltehetően az olajárrobbanás miatt a közgazdaságtani kutatások különböző energiahordozók keresletét igyekeztek megbecsülni. Komoly előrelépések történtek az elméleti közgazdaságtan területén. Újabb és újabb módszerekkel modellezték ezt a témát. Az egyik legkomplexebb megoldás a mai napig használt ún. diszkrét-folytonos módszer. Daniel McFadden, az egyik feltalálója már a modell előtt nevet szerzett magának a diszkrét-változós döntések modellezésével. Ebben a rövid részfejezetben áttekintem a diszkrét-folytonos modell történetét.

McFadden munkásságáról jó áttekintést ad a Nobel-díja alkalmából Charles Manski (Manski, 2001). Daniel McFadden 1968-as munkájában vetette fel elsőként akkor mégcsak ötlet szintjén a diszkrét választás modelljét, amit végül 1975-ben publikált (McFadden, 1975b). Első alkalmazása nem sokkal később az utazási szokásokat vizsgálta (McFadden, 1975a). Ezután sorra jelentek meg a hasonló témákra alkalmazott vizsgálatok. Az empirikus alkalmazás mellett azon-

²saját ford.: "[...]it was to statistics what the calculus had been to mathematics a century earlier."

ban kiterjesztette a fogyasztó általános döntéseire az elméletet. Ez a kettőség megfigyelhető McFadden munkásságában: az alkalmazás és az elmélet ugyanolyan hangsúlyt kap, egyszerre történik a fejlesztésük. Az 1970-es években élte a modell az aranykorát nem kis mértékben köszönhetően McFadden tudományszervező tevékenységének, mert sok konferenciát szervezett a diszkrét választás elemzéséről. Ezeknek anyaga két kötetben megjelent (Manski & McFadden, 1981). Az alkalmazott kutatásait főként a University of California, Berkeley berkein belül, az "Urban Travel Demand Forecasting Project" keretében folytatta, amivel jól lehetett tesztelni a felmerülő ökonometria i ötleteket. 1980-as években kissé elfordult a metodológiától, és előtérbe helyezte a módszer alkalmazásait. Az évtized első felében az energiapiacra alkalmazta a modellt (Dubin & McFadden, n.d.; Cowing & McFadden, 1984), a második felében pedig inkább a telefonpiacra (Train, McFadden, & Ben-Akiva, 1987). 1990-es években visszatért a metodológia vizsgálatához.

A diszkrét-folytonos modell megalkotása (Dubin & McFadden, n.d.) nagy előrelépés volt, mert egyszerre használt diszkrét és folytonos mennyiségeket a vizsgálatban. Persze voltak már előtte is próbálkozások (Amemiya, 1974; Heckman, 1978), de ahogy Schmidt is írta (Schmidt, 1981) nem viselkedési feltételekből voltak levezetve, így belső ellentmondások születtek. 1979-ben McFadden írta, hogy az ún. Véletlen Hasznosság Modellt³ (ld.: következő részfejezet) fogja használni egy ilyen modellhez. 1981-ben továbbvitte ezt a gondolatot, amit végül a híres 1984-es cikk tetőzött be (Dubin & McFadden, n.d.). Ez a cikk egyszerre kombinálta az elméleti előrehaladást és a gyakorlati alkalmazást, többek közt ezért is 1986-ban - nem véletlenül - elnyerte az Ökonometria i Társaság Frisch Medálját.

Elméleti-ökonometria i háttér

A történet tárgyalása után térjünk rá magára a modellre:

$$\max u(x, \eta, p_1, p_2) \quad (2.3)$$

A fogyasztó ezt a hasznossági függvényt maximalizálja, ahol x a különböző energiafogyasztó eszközökből álló portfóliót jelöli, ami pozitív, ha a fogyasztó az i -edik eszközportfóliót fogyasztja. Az η a fogyasztó saját tulajdonságai, amelyek befolyásolják a hasznosságát (pl.: jövedelem, személyiség, stb.), p_1, p_2 pedig az energiaforrások árai. Ezt a hasznossági függvényt maximalizálja a következő korlátok mellett:

$$\sum r_i x_i + \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 = y \quad r_i \geq 0 \quad x_i \geq 0 \quad y \geq 0 \quad p_{1,2} \geq 0 \quad (2.4)$$

³Random Utility Model (saját ford.)

Tehát a fogyasztó az összes jövedelmét elkölti a jóságok fogyasztására, és az eszközportfóliók életpályaköltsége (r), a jövedelem (y) a jóságok száma, valamint az energiaforrások árai p_1, p_2 nem lehetnek negatívak. α_1, α_2 x -től függő együtthatók. Az életpályaköltség a következőképpen van definiálva:

$$r_j = p_1 q_{1j} + p_2 q_{2j} + \rho c_j \quad (2.5)$$

Ahol q_{1j} és q_{2j} a tipikus háztartás gáz- és villanyfogyasztását jelöli, amennyiben a j -edik portfóliót fogyasztja. c_j a j -edik portfólió ára, beszorozva ρ diszkontrátával. Természetesen:

$$\frac{\partial u}{\partial x_j} > 0 \quad \frac{\partial u}{\partial^2 x_j} < 0 \quad (2.6)$$

Vagyis a hasznossági függvény növekvő és konkáv x -ben. Ezeket feltettük minden szokványos hasznossági függvénynél. Azonban ebben az esetben ún. Véletlen Hasznossági Függvényt, amelynek elméleti alapjait Dubin és McFadden (Dubin & McFadden, n.d.) fektette le, és Hanemann (Hanemann, n.d.) alkalmazta közeli helyettesítőkre. Fontos, hogy a "véletlen" a kutató szempontjára értendő. A fogyasztó számára ezek adott konstansok (vagy függvények), azonban a kutató szempontjából egy valószínűségi eloszlás különböző pontjai. A optimum feltételekből és a hasznossági függvényből ki lehet fejteni a j -edik eszközportfólió indirekt hasznossági függvényét, amiről feltesszük, hogy a következő speciális alakú:

$$V_j = \{\alpha_{0j} + \alpha_1/\beta + \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \mathbf{w}'\gamma + \beta(y - r_j) + \eta\}e^{-\beta p_1} + \epsilon_j \quad (2.7)$$

Tehát az indirekt hasznosság függ az két energiaforrásból fogyasztott mennyiségtől (α_1, α_2), a fogyasztó megfigyelt (γ) és meg nem figyelt (η) változóitól, a fogyasztó jövedelmétől (y), a fogyasztói ízlés konstansától a j -edik portfólióra nézve (α_{0j}) a portfólió meg nem figyelt tulajdonságaitól (ϵ) és a portfólió életpályaköltségétől (r). Feltesszük, hogy ϵ_j független minden j -re, de korrelál η -val, mert a fogyasztó ízlése, meg nem figyelt tulajdonságai kihatnak a portfólió meg nem figyelt tulajdonságaira. Ezen felül α_{0j} a fogyasztói ízlés konstansa a j -edik portfólióra nézve. A Roy-azonosság alapján mely szerint a kereslet:

$$x_1 = -\frac{\partial V_j}{\partial p_1} / \frac{\partial V_j}{\partial y} \quad (2.8)$$

Amibe, ha behelyettesítjük a 2.7 egyenletet:

$$x_1 - q_{1j} = \alpha_{0j} + \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \mathbf{w}'\gamma + \beta(y - r_j) + \eta \quad (2.9)$$

A kölcsönös kizárólagosság és az endogén választás hangsúlyozására vezessük be δ_{jk} változót, ahol:

$$\delta_{jk} = \begin{cases} 1 : & k = j \\ 0 : & k \neq j \end{cases} \quad (2.10)$$

Így a földgázkereslet feltéve, hogy a fogyasztó a j -edik portfóliót fogyasztja:

$$x_1 - q_{1j} = \sum_{k=1}^m \alpha_{0k} \delta_{jk} + \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \mathbf{w}' \gamma + \beta(y - \sum_{k=1}^m r_k \delta_{jk}) + \eta \quad (2.11)$$

Bár ahogy, láthatjuk ez a modell lineáris, az OLS mégis torzított becslést adna, mivel δ_{jk} endogén. Dubin és McFadden (1984) két alternatívát javasolnak a becslésre: az instrumentális változós becslést, és a mintaszelekciós becslést. Ebben a dolgozatban az előbbit fogjuk követni.

Az instrumentális változós (IV) becslésének a lényege, hogy $\hat{p}_k$ és $\hat{p}_k r_j$ változókkal instrumentálja δ_{jk} -t. P_k a k -adik portfólió választásának valószínűsége, ami felírható:

$$P_k = Pr[V_k > V_l], l \neq k, l = 1, \dots, m] \quad (2.12)$$

$$= Pr[\epsilon_l - \epsilon_k < \{(\alpha_{0k} - \alpha_{0l} - \beta(r_k - r_l))\} e^{-\beta p_1} \quad \forall l \neq k] \quad (2.13)$$

Ha feltesszük, hogy ϵ_j (ahol $j = 1, \dots, m$), úgynevezett extrémérték eloszlású a következő eloszlásfüggvénnyel: $F(\epsilon_j) = \exp(-e^{\gamma - \epsilon_j / \lambda \sqrt{3}})$, ahol γ az Euler-féle konstans, vagyis $\gamma \simeq 0.5772$, akkor (Cameron & Trivedi, 2005, p. 559):

$$P_k = \frac{\exp[(\alpha_{0k} - \beta r_k) e^{-\beta p_1} \pi / \lambda \sqrt{3}]}{\sum_{l=1}^m \exp[(\alpha_{0l} - \beta r_l) e^{-\beta p_1} \pi / \lambda \sqrt{3}]} \quad (2.14)$$

A modell nagy előnye, hogy még keresztmetszeti adatokból is lehet ár rugalmasságot becsülni, azonban az nagyon függ az indirekt hasznossági függvény alakjától (Cameron & Trivedi, 2005), ezért a diszkrét-folytonos modell keretein belül nem becsülünk ár rugalmasságokat, hanem csak jövedelem rugalmasságokat.

Miután tisztáztuk az elméleti alapokat, érdemes megnézni, hogyan működik gyakorlatban a "diszkrét-folytonos" modell, aminek az alapjait Dubin és McFadden fektették le híres cikkükben (Dubin & McFadden, n.d.), és mára szervesen beépült az energiagazdaságtanba (Lesourd, Percebois, & Valette, 1996; Evans & Hunt, 2009). A modell abból a feltevésből indul ki, hogy bár az energia folytonos mennyiség így folytonosan fogyasztjuk, de azok eszközök, amik energiát használnak fel működésükhöz, azokat általában diszkréten (pl.: tv, gáztűzhely). Vagyis

első lépésben megbecsüljük az egyes portfóliók tartásának valószínűségét:

$$\hat{P}_1 \equiv Pr(P_1 = 1) = \frac{e^{\beta_1 X_i}}{1 + \sum_{k=1}^{K-1} e^{\beta_k X_i}} \quad (2.15)$$

$$\hat{P}_2 \equiv Pr(P_2 = 1) = \frac{e^{\beta_2 X_i}}{1 + \sum_{k=1}^{K-1} e^{\beta_k X_i}} \quad (2.16)$$

...

$$\hat{P}_{k-1} \equiv Pr(P_{k-1} = 1) = \frac{e^{\beta_{k-1} X_i}}{1 + \sum_{k=1}^{K-1} e^{\beta_k X_i}} \quad (2.17)$$

$$\hat{P}_k = Pr(P_k = 1) \equiv \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{K-1} e^{\beta_k X_i}} \quad (2.18)$$

Ahol P_k 1-től k -ig jelöli a k db portfóliót. $\beta_{1,...,k}$ az együtthatók vektora, X_i az instrumentális magyarázóváltozók mátrixa, $\hat{P}_k$ pedig annak a valószínűségét méri, hogy $P_k = 1$ ($e \simeq 2.7172$ az Euler-féle konstans). Így az OLS-ben található endogenitás nagy részét ki lehet küszöbölni. Mivel rugalmasságokat becsülünk, az ilyenkor megszokott log-log függvényformát használjuk, mert a logaritmizálás során a hatványkitevő lekerül együtthatónak. Majd második lépésben felírjuk a becsülendő egyenletet, amely a következő alakú:

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \mathbf{a}_k \mathbf{P}_{ik} + \gamma \ln(W) + u_i \quad (2.19)$$

Ahol y az energiafogyasztást, $\mathbf{P}_{jk}$ a δ_{jk} valószínűségek vektorát, W az egyéb magyarázóváltozók (pl.: lakás alapterülete, nettó jövedelem) mátrixát, $\mathbf{a}$ és γ az együtthatókat, β_0 a konstans tagot, u pedig a hibatagot ($u \sim N[0, \sigma^2]$) jelöli. Természetesen a változók olyan megválasztása mely szerint $X \subseteq W$ nem okoz endogenitást ezért úgy is lehet becsülni.

2.4. Nemzetközi tapasztalatok

Ahhoz, hogy a saját Magyarországra végzett vizsgálatunkat könnyebben tudjuk értelmezni, illetve, hogy el tudjuk helyezni egy kontextusba, szükséges bemutatni a hasonló jellegű nemzetközi kutatások eredményeit. Ezért ebben a részfejezetben szeretnék nagyon röviden ismertetni néhány - a témához kapcsolódó - tanulmányt. Mikroszintű energiakeresleti becslésből meglepően kevés van valószínűleg az adatok elérhetősége miatt (Al-Sahlawi, 1989; Taylor, n.d.; Bohi & Zimmerman, n.d.). Általánosságban elmondhatjuk csak egy-egy szűk régióra elérhetőek, így nem nagyon (vagy legalábbis nagy körültekintéssel) lehet alkalmazni a törvényhozatalban

az eredményeket. A mikroszintű adatokból energiakeresletet becslő tanulmányok közül kettőt szeretnék részletesebben bemutatni.

Az első tanulmány (Bartlett, Dagsvik, Olsen, & Strom, 1987) a nyugat-európai országok háztartásainak földgázfelhasználását vizsgálta. Ez a tanulmány csak a fűtést instrumentálta a diszkrét-folytonos modellben, mondván, hogy ez már predesztinálja a főzési módozatot és a folyó melegvízmódozatát is. Ezen tanulmány alapján a jövedelem együttthatója 0.05 a földgáz-keresletben.

A másik kutatás (Mendelsohn, Mansur, & Morrison, 2008) szintén a földgázkeresletet vizsgálta a kereskedelmi és lakossági szektorokban, ezúttal az Amerikai Egyesült Államokban; egy kis csavarral. A szerzők feltételezték, hogy a globális felmelegedés miatt, egyre nagyobb az igény hűtésre és egyre kisebb a fűtésre. Ez a feltétel egy elég bonyolult, nem-lineáris kapcsolatba hozza az éghajlatot és az energiakeresletet, bár azt is kiköti, hogy a szolgáltatók nem reagálnak a klímára. Ezen felül felosztották a fogyasztókat "csatornázható" és "nem-csatornázható"⁴ csoportokra, aszerint, hogy be lehet-e kötni a földgázt az adott lakásba. Eredményeik alapján 0.07 a földgáz jövedelemrugalmassága, míg a személyek számának együttthatója 0.633. A feltételezésükről pedig kiderül, hogy egyáltalán nem megalapozatlan: valóban csökken a földgázkereslet az elektromos áram javára.

2.5. Saját empirikus eredmények

2.5.1. Földgázkereslet becslése

OLS becslések

Ebben a részfejezetben több becslést készítettem OLS becsléssel, a időtáv szerint (rövid, közép, és hosszú táv). Keresztmetszeti keretben csak nagyon egyszerű módon közép és hosszú távra becsülni; aminek a részletesebb ismertetése lentebb található. Az első becslés a rövid távú keresletet becsüli, a következő alakú egyenletben:

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) = & \ln(\beta_0) + \beta_1 \ln(h_i) + \beta_2 \ln(j_i) + \beta_3 \ln(\xi_i) + \beta_4 \ln(s_i) + \\ & + \sum_{k=2}^{20} \beta_{5k} r_{ik} + \sum_{l=1}^4 \beta_{6l} v_{il} + \sum_{m=1}^3 \beta_{7m} f_{im} + \\ & + \sum_{n=1}^3 \beta_{8n} g_{in} + \beta_9 G + \beta_{10} K + u_i \end{aligned}$$

⁴"pipeable" és "non-pipeable" (saját ford.)

Ahol Y_i az i -edik háztartás fogyasztása, h a ház alapterülete, j a háztartás jövedelme, ξ a ház becsült értéke, s_i a személyek száma a háztartásban, $r_{1,...,20}$ a megyék dummyjai, $v_{1,...,4}$ a folyó melegvíz módozatainak dummyja, $f_{1,...,3}$ a fűtés módozatainak dummyjai, $g_{1,...,3}$ a gáz beszerzés módozatainak dummyjai, G a gáztűzhelyek száma, K a kombinált tűzhelyek száma a háztartásban, míg u_i a regresszió hibatagja.

Ahogy a T.3. táblázatban is látszik a különböző megyék hatásának egy részét illetve a kombinált tűzhelyek számát leszámítva, minden változó szignifikáns legalább 5%-os szignifikanciaszinten. Ezutóbbi magas p-értéke (0.33) valószínűleg magyarázható a szórványos elterjedésével (ld. 2.1 táblázat).

Ahogy látható a megyék közötti különbségek jelentősen csökkentek a nyers becsléshez képest. A fűtési módozatoknál a gázfűtés a benchmark, így természetesen (majdnem) mindegyik együttthatója negatív. Legkisebb az egyéb tüzelő anyagokkal történő fűtésnek az együttthatója (egyébként ez a változó a legszignifikánsabb is), mivel valószínűleg, ahol fával fűtenek, ott fával is főznek. Az együttthatót úgy lehet értelmezni, hogyha a háztartás átvált földgázfűtésről egyéb tüzelőanyagra, abban az esetben a gázra fordított kiadásai átlagosan 54%-kal csökkennek. A villannyal való fűtés együttthatója feltehetően nem igényel különösebb magyarázatot.

A különböző gázforrások (tartályos, palackos, vezetékes) együttthatói mind szignifikánsak és magasabbak egynél. Ez azt jelenti, hogy a benchmark csoporthoz képest több, mint 2.5-szer több földgázt fogyasztanak. Ez csak első hallásra meglepő, mert a benchmark csoportban egyáltalán nem használnak egyáltalán.

A ház/lakás alapterületének és becsült értékének együttthatói is szignifikánsak. Az eredmények alapján, hogy ha 1%-kal nő a terület, akkor 0.37%-kal többet kell fűtenie a fogyasztónak. A házak értékének együttthatója pozitív, ami meglepő. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy a drágább házaknak hatékonyabb fűtési rendszereik vannak, de így több gázt fogyasztanak. A jelenség a közgazdaságtanban Jevons paradoxonként ismert (York, 2008). Ez alapján egy erőforrás felhasználását javító innováció csökkenti az erőforrás relatív árát, így magasabb keresett mennyiséget idéz elő. Hasonló jelenséget a fűtésekkel kapcsolatban megfigyelhetek máshol is (Cave, 2010.12.28.).

A jövedelemrugalmasság 0.075, ami megfelel az intuíciónak, mert kellően rugalmatlan és pozitív. A háztartásban élő személyek számának logaritmusaának együttthatója szerint - mivel diszkrét érték - eggyel több személy a háztartásban marginálisan 119%-kal növeli a földgázra fordított összeget.

Ahogy fentebb is említettem, keresztmetszeti adatoknál csak nagyon egyszerű modellkeletben lehet közép, és hosszú távú rugalmasságokat becsülni. Így közép távon a gázfogyasztó eszközök (a kombinált és a sima gáztűzhely) száma változtatható, illetve a gázforrás (tartály,

vezeték, palack) is lecserélhető. Hosszú távon pedig ezeken túl megengedjük, hogy változzon a fűtéstechnika. Azonban a fogyasztók még hosszú távon sem költöznek, így a megye dummyk, a személyek száma, és a ház tulajdonságai (alapterület, érték) benn maradnak, csak úgy, mint a jövedelem, hogy tudjunk közép és hosszú távú jövedelemrugalmasságot vizsgálni. Ezek alapján a közép távú földgázkereslet becslése a T.3. táblázat második oszlopában látható. A várakozásainknak megfelelően a jövedelem megnövekedett 0.09-re, ami azonban még mindig elég rugalmatlan. A személyek számának együtthatója nem változott szignifikánsan. A ház becsült értékének és az alapterületnek is nőtt az együtthatója, azonban 5%-os szignifikanciaszinten egyiknek sem szignifikánsan.

Hosszú távon (ld.: T.3. táblázat harmadik oszlopát) a jövedelemrugalmasság - várakozásainknak megfelelően - szignifikánsan megnő 0.16-ra. A becsült házérték együtthatója majdnem tízszeresére nő, ami alátámasztja azt a hipotézist, hogy a Jevons paradoxon fennáll ebben az esetben. A személyek száma elvesztette szignifikanciáját, ami azt sugallja, hogy hosszútávú személyek számától független a gázfogyasztás. A ház alapterületének együtthatója viszont megnőtt 0.57-re, ami azt mutatja, hogy hosszútávú ez növeli leginkább a földgázfogyasztást. A megyék közti különbségek valamivel élesebbek lettek.

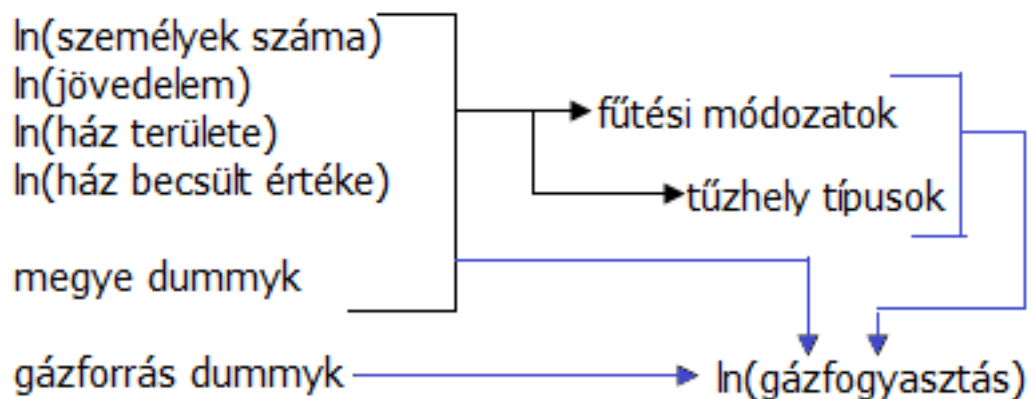
Diszkrét-folytonos becslés

Az egyenlet többnyire megegyezik az OLS-nél ismertetett egyenlettel, azonban a gáz- és kombinált tűzhelyek száma helyett, minden tűzhelytípusnak (villany, kombinált, gáz) van egy hozzárendelt valószínűsége, az instrumentumok (személyek száma, jövedelem, ház becsült értéke, alapterület, és megyék) alapján. Ugyanígy a fűtési módok kétértékű változói helyett folytonos változók vannak, amelyek az adott fűtési módok valószínűségeit mutatják, a fenti instrumentumok alapján.

Ehhez azonban feltesszük, hogy a különböző tűzhelytípusok és fűtési módok becsülhetőek multinomiális logisztikus modellel, becsülhetőek 2.15 egyenlet alakjában.

Az egyenletrendszer illusztrálva megtalálható a 2.5. ábrán, ahol a fekete nyilak jelölik azt, hogy az instrumentális segédregressziókban mit magyarázunk mivel (ahonnan mutat a nyíl az magyarázza azt ahova mutat), és a kék nyilak jelölik a második regressziót. A rövidtávú OLS becslésben gyakorlatilag csak ezutóbbit használtuk.

Ahogy a T.6. táblázatban is látszik az eredmények meglehetősen közel állnak az OLS-becslésben tapasztaltakhoz. Itt is természetesen, a megyék közti különbségek jelentősen csökkentek. A gázforrás együtthatói közül ismét a vezetékes gáz együtthatója a legmagasabb, valószínűleg azért, mert a vezetéken keresztül fogyasztók között többen automatikusan átutalják a gáz díját. A kombinált tűzhely együtthatója különbözik szignifikánsan (1.23). A jövedelemru-



2.5. ábra. A diszkrét-folytonos becslésben az egyenletek rendszere

galmasság várakozásainknak megfelelően lecsökkent 0.065-ra. A személyek számának együtt-hatója 0.16, ami egy kicsit kevesebb, mint az OLS-nél látott érték. Így a diszkrét-folytonos modell 16%-kal kisebbre becsüli a személyek hatását, mint az OLS.

3. fejezet

Aggregált becslés

3.1. Adatok

Úgy vélem az aggregált adatokból történő becslés, azért fontos, mert - ahogy láthattuk az előző fejezetben - a keresztmetszeti adatokból nem becsültem árrugalmasságot és a kereslet megbecslése nem lehet teljes saját- és keresztárrugalmasságok becslése nélkül. Ezt viszont idősből tudom pontosan megbecsülni.

Azonban mielőtt nekikezdenénk a becsléseknek, fontosnak tartom tisztázni a mértékegységeket, és az adatok mibenlétét mivel ebben a témakörben nagyon meg lehet keveredni a sok különböző mértékegység között. A becslésekhez az Eurostat aggregált adatait használtam. Az Eurostat félévente publikálja az energiafelhasználással kapcsolatos adatokat, Magyarország esetében 1992-től. A GDP-értékeket negyedévente, félévente illetve évente publikálják, így választásom természetesen a féléves adatokra esett és így használtam az adatokat.

Az árakat és a jövedelemadatokat szigorúan inflációval korrigált euróban számoltam. Ez jelentősen pontosította a becslést. A jövedelem mértékegységének jobb híján a GDP/fő-t választottam, ami bár nem túl pontos, feltehetően jól közelíti a fogyasztók rendelkezésére álló éves jövedelemmenyiséget. Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy miért nem a Központi Statisztikai Hivatal honlapján elérhető éves reáljövedelmet használtam a jövedelem mérésére. A válasz egyszerű; nem akartam megkavarodni a sok különböző árfolyam és számítási módszer között, így inkább egységesen egy adatbázist használtam a számításaimhoz.

3.1. táblázat. Mértékegységek a makroökonometriai becsléshez

Földgázfogyasztás	GJ GCV	Földgáz ára	Euro/GJ GCV
Elektromos áram ára	Euro/kWh	Jövedelem (GDP)	Euro per fő
Napfok	Celsius-fok		

A földgáz egységes mérőszámának a bruttó fűtőértékű¹ GigaJoule-t választottam, míg az elektromosság mérőszáma csak a konstans tagot befolyásolta, ezért azt bárhogy vehettem, a keresztárrugalmasságot nem változtatja. Az utolsó változó a napfok (heating degree days)², amit a kontinentális normáknak megfelelően Celsius-fokban mértem. A végső mértékegységek rendszerezve megtalálhatóak a 3.1 táblázatban.

3.2. Modell bemutatása

3.2.1. Elmélettörténeti háttér

Mivel 20 éves idősoros adatokat használunk, az adatpontok nem teljesen függetlenek egymástól, így a hibatagok sem. A közgazdaságtanban, ha a hibatagok időben függenek egymástól autokorrelációnak nevezzük. Az OLS ezzel a tulajdonságot nem veszi figyelembe, így ez az OLS inkonzisztenciájához vezet. Erre a problémára több megoldás született, most röviden ezeknek az elmélettörténeti háttérét ismertetem.

Bár a történészek találtak idősoros adatbázisokat egészen a 10.-11. századig visszamenőleg (Tufts, 1983), azonban az első lejegyzésre, ami autokorrelációra utal egészen 1904-ig kellett várni. Ebben a tanulmányban (Cave-Browne-Cave, 1904, ahogy idézi Klein, 1997) a különböző évszakok közti nyomáskülönbségeket vizsgálták, bár hozzá kell tennem, hogy akkor még autokorrelációnak nem a hibatagok közötti korrelációt, hanem a magyarázott változó késleltetési közötti korrelációt nevezték (Klein, 1997, p. 263). Yule volt az első, aki az előző időszak bevétele egy regresszióba "veszélyesnek" nevezte (Klein, 1997, p. 67), bár ő még nem adott nevet a jelenségnek.

Az első igazi előrelépés Orcuttnak volt köszönhető, aki egy 1948-as cikkében (Orcutt, 1948, ahogy idézi Qin, 1993) kritizálta Jan Tinbergen makrodinamikus modelljeit. Később ebből a kritikából az ökonometria egy új ága született. Orcutt a Cambridge-i Egyetemen találkozott Cochrane-nal, az Alkalmazott Közgazdaságtan Tanszéken. Már Tinbergen könyve (Tinbergen, 1939) előtt ketten elkezdtek az idősorokkal foglalkozni az akkoriban divatos véletlen sorozatok helyett. Azonban Tinbergen könyve döbbsenette rá őket, hogy majdnem az összes idősoros közgazdasági folyamatban jelen van az autokorreláció. Kettejük híres cikke (Cochrane & Orcutt, 1949) egy fordulóponthoz vezetett az ökonometriában az addigi yule-i és waldi hozzáállással szemben, mely a késleltett változók függetlenségének biztosítására helyezte a hangsúlyt. Ezzel szemben abban a cikkben jelent meg először az autokorreláció kezelése és kiküszöbölése

¹Gross Calorific Value

²Általánosan elterjedt mérőszám a fűtött napok mérésére (bővebben ld.: <http://www.heatingdegreedays.net>)

(Qin, 1993, p. 83). Ekkor lett az autokorreláció egy idősorban "problémá"-ból "tulajdonság". Ezek után megjelent az első ma is használt teszt az autokorrelációra (Durbin & Watson, 1950), majd sorra jöttek az alkalmazások. Végül egy kisebb korrekciót végzett rajta Prais és Winsten (Prais & Winsten, 1954), ami valamivel hatékonyabbá tette a becslést, mert a Cochrane-Orcutt módszerrel ellentétben figyelembe vette az első megfigyelést is az idősorban.

3.2.2. Elméleti-ökonometriai háttér

Mivel idősort vizsgálunk kezelni kell a felmerülő autokorrelációt, vagyis hogy a hibatagok korrelálhatnak egymással. A kutatás Prais-Winsten módszerrel (Prais & Winsten, 1954) becsül ezen probléma kiküszöbölésére. A Cochrane-Orcutt módszerrel ellentétben, a Prais-Winsten az első adatpontot is beleveszi a becslésbe (Wooldridge, 2002). A Cochrane-Orcutt módszer szerint elsőként meg kell becsülni az egyenletet OLS-sel anélkül, hogy törődnénk az autokorrelációval. Majd futtatunk egy regressziót, ahol a maradéktagokat magyarázzuk egy késleltetéssel, amiből megkapjuk az autokorreláció mértékét, ρ -t ($u_t = \rho u_{t-1} + e_t$, ahol $1 > |\rho| > 0$ és e_t fehérzaj). Beszorozzuk a kapott ρ -val az OLS-es egyenletet késleltetését és kivonjuk az eredeti OLS-es egyenletből. Így ilyen formájú egyenletet kapunk:

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = (\beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t) - (\rho\beta_0 + \rho\beta_1 X_{1,t-1} + \rho\beta_2 X_{2,t-1} + \dots + \rho\beta_k X_{k,t-1} + \rho u_t) \quad (3.1)$$

Amit ha összevonunk:

$$Y - \rho Y_{t-1} = (1 - \rho)\beta_0 + \beta_1(X_{1t} - \rho X_{1,t-1}) + \dots + (u_t - \rho u_{t-1}) \quad (3.2)$$

Emlékezzünk arra, hogy $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$, ezért $e_t = u_t - \rho u_{t-1}$ és így eltűnt a hibatagok autokorrelációja. Így a Cochrane-Orcutt módszerrel a következő egyenletet becsüljük:

$$Ys^* = \beta_0 k^* + \beta_1 X_1^* + \dots + u_t \quad (3.3)$$

Ahol $Y^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$, $X_i^* = X_{it} - \rho X_{i,t-1}$, és $k^* = 1 - \rho$. Azonban ezzel az átalakítással elveszik minden változóból az első megfigyelés, mert az első megfigyelésnél Y_{t-1} értelmezhetetlen. Így a Prais-Winsten az Y^* első értékének $\sqrt{1 - \rho^2} Y_1$ veszi, majd ugyanígy minden X_i^* -ra, majd a 3.3 egyenletet becsüljük. A dolgozat kiszámolja a hosszútávú rugalmasságokat is, egy képletből, amely a rövid távú ár rugalmasság és a késleltett fogyasztás együtthatójából számolja. Tehát a

hosszú távú sajátárrugalmasság képlete:

$$\beta_l = \frac{\beta_{py}}{1 - \beta_r} \quad (3.4)$$

3.3. Nemzetközi tapasztalatok

Csakúgy, mint a mikroszintű becslésnél, itt is szükség van egy rövid nemzetközi irodalom-áttekintésre, hogy könnyebben tudjuk értelmezni a saját eredményeinket. Bár aggregált adatok energiakereslet becslésből jóval több van, mint mikroszintűből, mégis hazánk valamint a Közép- és Kelet-Európai régió energiakeresletéről úgy általában, nem igazán készült átfogó kutatás (Kaderják, 2009). A legtöbb kutatás az észak-amerikai energiakereslettel foglalkozik. (Taylor, 1977; Dahl, n.d.; Bohi & Zimmerman, n.d.; Al-Sahlawi, 1989). Ez különösen igaz a gázra, ahol - amint a bevezetőben is említettem - közgazdaságtani kutatása viszonylag elhanyagolt, különösen Európában (Al-Sahlawi, 1989). Ebben a részfejezetben összesen 3 kutatást szeretnék röviden ismertetni illetve érdekességként egy könyv részfejezetét.

Az első tanulmány Európában³ (Asche, Nilsen, & Tveteras, 2008). Ebben a tanulmányban készült becslés homogén becslés egész Európára nézve (kihasználva az adatok panelstruktúráját), illetve külön-külön idősoros elemzés a vizsgálatban résztvevő országokra. Sokféle becslést készítettek (pl.: OLS, Prais-Winsten, fixhatás-modell, véletlenhatás-modell, shrinkage estimator, illetve ezeknek a tetszőleges kombinációi) és ezen módszerek mentén igencsak szóródnak az eredményeik. A panel becslések eredményei a földgáz rövidtávú saját árrugalmasságai - 0.26-től 0.02-ig, -0.10-es átlaggal. Ugyanezek az értékek hosszú távon -1.5 illetve 1.8, 0.03 átlag mellett. A jövedelemrugalmasság tekintetében rövid távon 0.02 és 0.51, hosszú távon 1.8 és 2.25 közötti intervallumban helyezkednek a homogén becslés eredményei. Az országokat külön vizsgáló becslések eredményeit a 3.2. táblázat foglalja össze. Ahogy látható az eredmények igen széles skálán mozognak a 12 országban, de az egyes rugalmasságok átlagai alátámasztják az intuiciót.

3.2. táblázat. Asche et. al (2008) heterogén becsléseinek eredményei a földgázkeresletre

Becslési módszer		Sajátárrugalmasság		Jövedelemrugalmasság		Keresztárrugalmasság	
		rövidt.	hosszút.	rövidt.	hosszút.	rövidt.	hosszút.
OLS	átg.	-0.154	-0.422	0.613	1.422	-0.149	-0.196
	min.	-0.635	-3.171	-0.853	-5.096	-1.254	-2.619
	max.	0.277	1.179	1.981	7.442	0.484	2.536
Prais-Winsten	átg.	-0.250	-0.546	0.342	-0.398	0.319	1.137
	min.	-1.572	-3.225	-2.314	-2.498	-3.498	-4.884
	max.	0.263	0.787	0.525	2.420	1.899	6.360

³A vizsgálatban résztvevő országok: Ausztria, Belgium, Dánia, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Hollandia, Írország, Spanyolország, Svájc

A második tanulmány az OECD országok⁴ földgázkeresletét vizsgálta (Bernstein & Madlener, 2011). Az eredmények azt mutatják, hogy a földgáz ár rugalmassága rövid távon -0.24, hosszú távon -0.51. A jövedelemrugalmasság pedig 0.45 rövid távon és 1.35 hosszú távon.

Valamennyire az előző cikkhez kapcsolódóan érdemes megemlíteni egy kicsit régebbi kutatást is, amely szintén az OECD országokat vizsgálta (Liu, 2004), de nem csak a földgáz keresletét, hanem minden típusú energi keresletét. A pooled OLS-sel kapott együtthatók nem szignifikánsak (a t -értékük általában kisebb, mint 1), viszont a panel becsléssel kapott eredmények többnyire azok. Ezek alapján a földgáz rövidtávú saját-ár rugalmassága -0.196. A jövedelemrugalmasságok rövidtávon a 0.258. Hosszú távon 1.018. Azonban hozzá kell tenni, hogy a hosszú távú jövedelemrugalmasságok közül egyik sem szignifikáns.

Egy amerikai kutatás régiók szintjén vizsgálta a földgázkeresletet (Joutz, Trost, Shin, & McDowell, 2009). Eredmények alátámasztják az előzetes elvárásokat: a hidegebb államokban magasabb a fogyasztás, a melegebbekben alacsonyabb. A földgázfogyasztás egységesen mindenhol folyamatosan csökken. Az USA egységes rövidtávú ár rugalmassága -0.1 körül van, hosszú távon ennek a duplája. Régiós szinten -0.13-tól 0.01-ig szórodnak az eredmények rövidtávon, hosszútávon pedig -0.25-től -0.01-ig.

Végül, de nem utolsó sorban érdemes megemlíteni egy rendszerváltás előtt íródott amerikai könyvet, amely a Szovjetunió természeti erőforrásainak a világgazdaságban elfoglalt szerepét vizsgálja (Jensen, Shabad, & Wright, 1983). Ebben a könyvben van egy rövid részfejezet (Jensen et al., 1983, p. 300-303), amiben a szerzők a szovjet országok energiakeresletével foglalkoznak, megbecsülve a keresletrugalmasságokat. Természetesen egy központosított tervgazdaságban és az akkori Magyarország Szovjetunióhoz fűződő komplex viszonyában ezeket az értékeket nehéz értelmezni. Mindenesetre a rendszerváltás előtti Magyarországon a földgáz sajátár rugalmassága 0.549, a jövedelemrugalmassága pedig 3.998. Ezekkel az értékekkel a magyarországi földgázkereslet átlagosnak mondható a többi szocialista ország rugalmasságainak tükrében.

3.4. Saját empirikus eredmények

3.4.1. OLS becslés

Mivel a Durbin-Watson teszt eredménye (0.9877) komoly autokorrelációt mutatott, ezért ezt valahogy kezelniük kell. Ebben a dolgozatban kétféle megközelítéssel kezeljük; egyrészt lehet

⁴A vizsgálatban résztvevő országok: Ausztria, Németország, Írország, Japán, Egyesült Királyság, Egyesült Államok, Luxemburg, Svájc, Hollandia

a fentebb bemutatott Prais-Winsten módszerrel, másrészt a sima OLS-ben a magyarázott változó késleltetésének beemelésével, ami szintén kezeli az autokorrelációt. Elsőként az utóbbit követjük, így az egyenlet alakja a következő:

$$\ln(y_t) = \alpha + \beta_{py} \ln(P_t^Y) + \beta_{pe} \ln(P_t^E) + \beta_h \ln(h_t) + \beta_g \ln(g_t) + \beta_r \ln(y_{t-1}) + \beta_t \ln(trend) + u_t \quad (3.5)$$

Ahol y a gázfogyasztást, P^Y a földgáz árát, P^E az elektromosság árát, h a napfokot, g a GDP per főt, t pedig az időszakot jelöli. Trendet azért érdemes beletenni, mert nélküle, könnyen ki-mutathatunk kapcsolatot ott is ahol nincs is, egyszerűen csak azért, mert mindkét érték időben növekvő vagy csökkenő tendenciát követ. Ha kivonjuk a trendet, akkor megkapjuk a trend körüli ingadozásokat, amik ha együtt mozognak, akkor nagy valószínűséggel van kapcsolat a két idősor között.

Az első amit érdemes megjegyezni, hogy a Durbin-Watson statisztika ezúttal 2.31-et mutat, vagyis az autokorreláció nagy része eltűnt. További eredmények a T.7. táblázatban találhatóak. A rövid távú árrugalmasság (-0.14), megfelel előzetes elvárásainknak: negatív előjelű és kellően rugalmatlan. Rugalmatlanságát könnyű magyarázni azzal, hogy a fogyasztóknak rövid távon nehéz átállni más energiaforrásra. A hosszú távú sajátárrugalmasság értéke több, mint duplája a rövidtávúnak, de még így is elég rugalmatlan (-0.31). Az elektromos árammal vett keresztárrugalmassága meglepően magas és pozitív (0.75), ami azt jelenti, hogy a földgáz és az áram bruttó helyettesítők. Ez nem meglepő, mert pl.: mindkettővel lehet fűteni és főzni. Hosszú távon a keresztárrugalmasság pedig nagyobb 1-nél (1.69). Vagyis ha emelkedik az elektromosság ára 1%-kal a földgázfogyasztás 1.7%-kal nő. A jövedelemrugalmasság rövidtávon 0.12, ami majdnem kétszerese a mikroszintű adatoknál látottaknál (bár nem különbözik tőle szignifikánsan). Ez alátámasztja Bohi és Zimmerman megállapítását (Bohi & Zimmerman, n.d.), hogy az aggregált adatokból történő becslések magasabbra becsülik a rugalmassági együtthatókat, mint a mikroszintű becslések. A hosszú távú jövedelemrugalmasság (0.289) szintén kétszer akkora, mint amit a mikroszintű OLS hosszútávú becslésénél láthattunk.

Asche et al. (2008) eredményeivel összevetve a sajátárrugalmasság, mind rövid, mind hosszú távon majdnem teljesen megegyezik a francia értékekkel (-0.15, -0.32). Az elektromosság keresztárrugalmasságának tekintetében egy kicsit kilógunk azzal, hogy nálunk bruttó helyettesítők, bár abban a becslésben a legtöbb országnál egyáltalán nem szignifikáns az együttható. Egyedül Ausztriának szignifikáns és pozitív az együtthatója. A magyarországi jövedelemrugalmasság meglepően alacsonynak mondható az európai országok magas értékek között, amelyek a legtöbb országnál 1 fölött vannak.

3.4.2. Prais-Winsten becslés

Térjünk rá a Prais-Winsten módszerre. Az egyenletben szereplő változók (a késleltetés kivételével) megegyeznek az OLS-nél látottakkal, azonban az egyenlet a 3.2.2. részben leírtak alapján át van alakítva. A becslés nem OLS-sel történik, hanem GLS-sel, mert ebben az esetben az hatásosabb, mint az OLS (Wooldridge, 2002).

A Durbin-Watson statisztika 1.76, vagyis megint csak eltűnt az autokorreláció. Az eredmények szerint (ld.: T.8. táblázat) a földgázkereslet sajátárrugalmassága magasabb az OLS-nél tapasztaltaknál (-0.25), vagyis a lakossági fogyasztók 1%-os áremelkedésre 0.25%-kal csökkentik a földgázfogyasztásukat. Hosszú távú rugalmasságot a késleltetés hiánya miatt -ebben az esetben- nem lehet számolni. Az elektromosság keresztárrugalmassága 1.47, ami több mint duplája az OLS-becsléssel kapott értéknek. Ezt jelenti, hogy ha 1%-kal nő az elektromosság ára, 1.47%-kal nő a fogyasztás. A reál GDP egyutthatója pozitív, ami teljesen logikus, hiszen ha egy háztartásnak magasabb a jövedelme, akkor több földgázt, így melegebb fűtést tud vásárolni. Így hosszú távon 1% jövedelemnövekedés esetén 0.12%-kal több földgázt fogyasztanak.

Összevetve Asche et al. (2008) eredményeivel a magyar fogyasztók nagyjából ugyanolyan árzékenyeknek mutatkoznak (kb. 0.06-dal magasabb β_{py} értéke - nem szignifikánsan), mint a kutatásban résztvevő 12 európai ország átlagos fogyasztói. Érdekes módon elektromossággal vett keresztárrugalmassága az osztrák értékhez áll a legközelebb (0.52). Ez valószínűleg magyarázható a földrajzi közelséggel és a hasonló fogyasztói kultúrával. Azonban fontos hangsúlyozni, hogy a magyar keresztárrugalmasság így is nagyon kiugró. A jövedelemrugalmasság pozitív csakúgy, mint Asche et al. (2008) kutatásban résztvevő országok nagy részének, bár ez az érték pedig alacsonyabb, mint az európai átlag. Ebben az értékben érdekes módon leginkább Belgiumhoz állunk közel (0.25). A norvég tanulmány hangsúlyozza, hogy a változók nagy része általában nem szignifikáns (itt az összevethetőség kedvéért a Prais-Winsten értékeket ismertettem).

4. fejezet

Összefoglalás

Ez a szakdolgozat a magyarországi háztartások földgázkeresletének rugalmassági értékeit becsülte meg. Rövid bevezetőben ismertettem a magyarországi földgázpiacot, majd rátértem a mikroszintű becslésekre. Elsőként az adatokat ismertettem - a leíró statisztikákkal kicsit szélesebb rálátást adva az adatok összefüggéseire. Másodikként a sima Legkisebb Négyzetek módszerét (OLS) ismertettem elméletlettörténeti háttérével együtt - a nagyobb rálátás kedvéért. Majd miután ismertettem az OLS hibáit, amelyek fellépnek az energiakeresleti becsléseknél, rátértem a diszkrét-folytonos módszerre. Ez utóbbit ismertettem elméletlettörténeti háttérével egyetemben, amikkel az OLS-nél felmerült problémák, és a rá adott válaszok közötti folytonosságot próbáltam érzékeltetni. Majd a mikroszintű adatokból dolgozó kutatásokról adtam egy körképet. Ezek után ismertettem a mikroszintű becsléseket, és azok eredményeit.

Az eredmények többé-kevésbé egybeesnek a várakozásainkkal. A mikroszintű becslésnél - a KSH Háztartási Költségvetési Felvétel 2009-es adatait használva - nem számoltam árrugalmasságokat az adatok jellege miatt, viszont jobban tudtam kontrollálni a többi változóra, így ezek a becslések feltehetően pontosabb értékeket adtak, mint a később ismertetett aggregált becslések. Keresztmetszeti adatokból azonban csak igen egyszerű modellkeretben lehet hosszú távú rugalmasságokat becsülni. Oly módon, hogy azokat a változókat, amelyekről azt gondoljuk, hogy hosszú távon könnyen változtathatóak, egyszerűen kihagyjuk a rövid távú egyenletből. A keresztmetszeti OLS becslések eredményei azt mutatták, hogy a földgáz jövedelemrugalmassága rövid távon 0.075, hosszú távon 0.16. Ezek után használta fel a dolgozat a diszkrét-folytonos módszert, amely azt feltételezi, hogy a diszkrét eszközök fogyasztását befolyásoló hibatag nem független az energiafogyasztást befolyásoló hibatagtól, ezért fellép az endogenitás, amit kezelni kell. Két lépcsőben becsül: elsőként meghatározza multinomiális logittal az egyes eszközportfóliók tartásának valószínűségeit, majd ezeket írja vissza az energiafogyasztást magyarázó regresszióba. Esetünkben a fűtési módokat, a tűzhelytípusokat instrumentálta a jövedelemmel,

a ház alapterületével, a ház becsült értékével és a lakhellyel megyeszinten. Ezzel a becsléssel az eredmények szerint a földgáz jövedelemrugalmassága 0.066.

A keresztmetszeti mikroszintű elemzések után az Eurostat aggregált 20 éves idősorán futattam vizsgálatokat, ismertetve az adatok mibenlétét. Elsőként itt is ismertettem az elmélet-történeti háttérét az idősorokban fellépő autokorreláció kezelésének, kitérve az ökonometria-problémára is. Majd ismertettem néhány aggregált adatokon végzett energiakeresletet felmérő kutatást - kiemelve Asche et. al (2008) tanulmányát, mint időben és térben legrelevánsabb kutatást. Ezek után mivel a földgáznál a Durbin-Watson teszt erős autokorrelációt jelzett, két-féleképp küszöböltem ki ezt a tulajdonságot. Elsőként az OLS becslésbe betettem a földgáz-fogyasztás késleltetését, és így futattam le a regressziót. Így az idősoros OLS eredményei a földgáznál az árrugalmasságra rövid távon -0.139, és hosszú távon -0.3. A jövedelemrugalmasságra pedig rövid távon 0.128, hosszú távon pedig 0.284 jött ki. A második módszerem az autokorreláció kezelésére a Prais-Winsten módszer volt, amely tulajdonképpen a Cochrane-Orcutt módszer kiterjesztése. A Prais-Winsten becslés eredményei alapján eredményei alapján a földgáz árrugalmassága -0.26, a jövedelemrugalmasság 0.12.

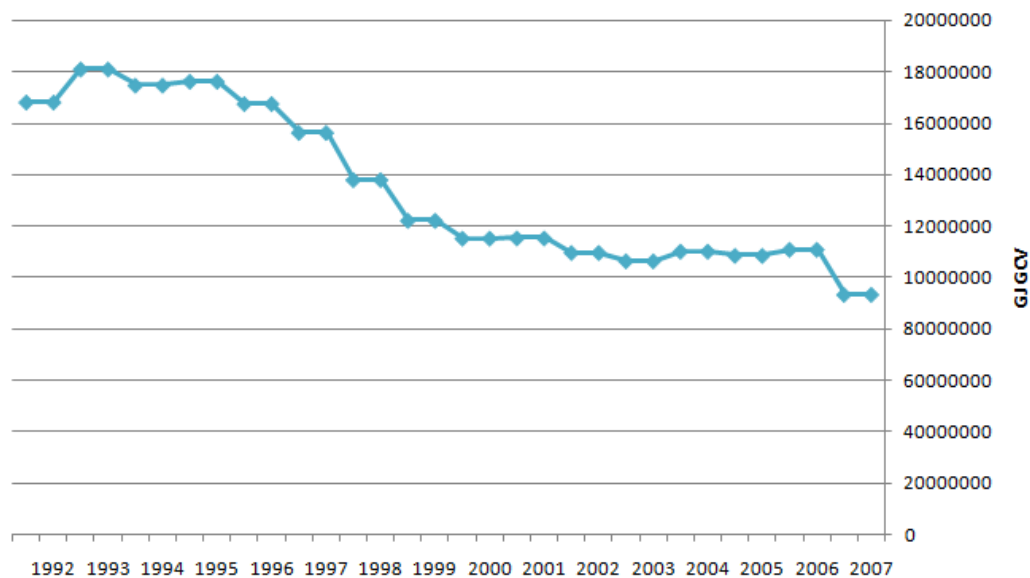
Végző soron azt mondhatjuk, hogy eredmények alátámasztják az eddigi kutatások eredményeit. Az áramkereslet mikroszintű becsléseinek eredményei egybeesnek a nem sokkal régebben készült magyar tanulmányok eredményeivel (Elek & Kézdi, 2003; Tóth, 2006). Az aggregált becslések eredményei pedig egybeesnek a témában készült nemzetközi kutatásokkal, és valamivel magasabb együttthatókat mutattak, mint a mikroszintű becsléseknél. Ez a megállapítás szintén megfelel a nemzetközi tendenciáknak. A földgáz jövedelem- és saját-árrugalmassága - abszolút értékben - igen alacsony.

A jövőbeli kutatások iránya lehet a mikroszintű keresztmetszeti adatok egyesítése egy panel-adatbázisban, amiből pontosabb és teljesebb körű becslést lehetne készíteni. Továbbá, ahogy a Bevezetőben is említettem, lehetne a gázkereslet változását a gázártámogatási rendszer megváltozásával..

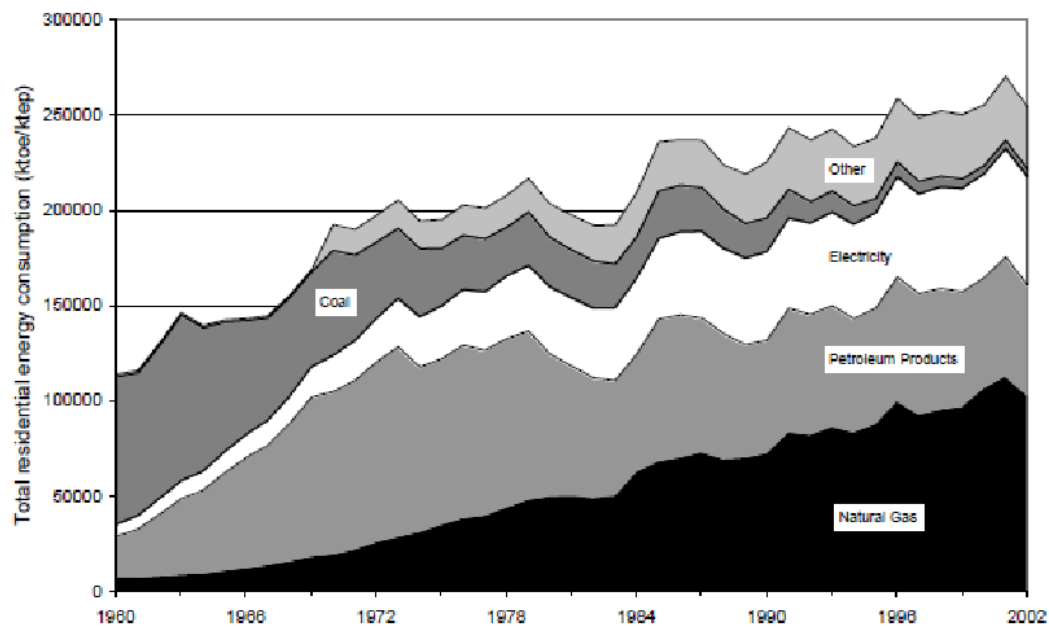
Függelék

Szektor	Részesedés
Lakossági	0.51
Kereskedelmi	0.22
Ipari	0.19
Egyéb	0.08

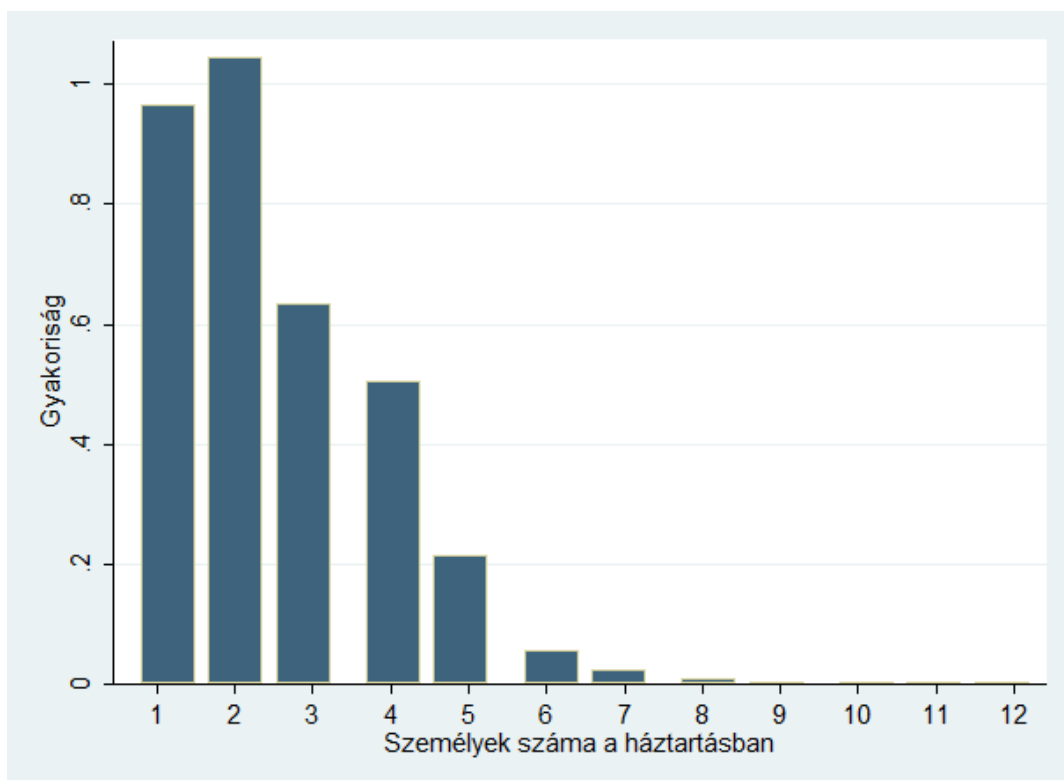
T.1. táblázat. A magyarországi gázfogyasztás megoszlása (2007). Forrás: Eurostat



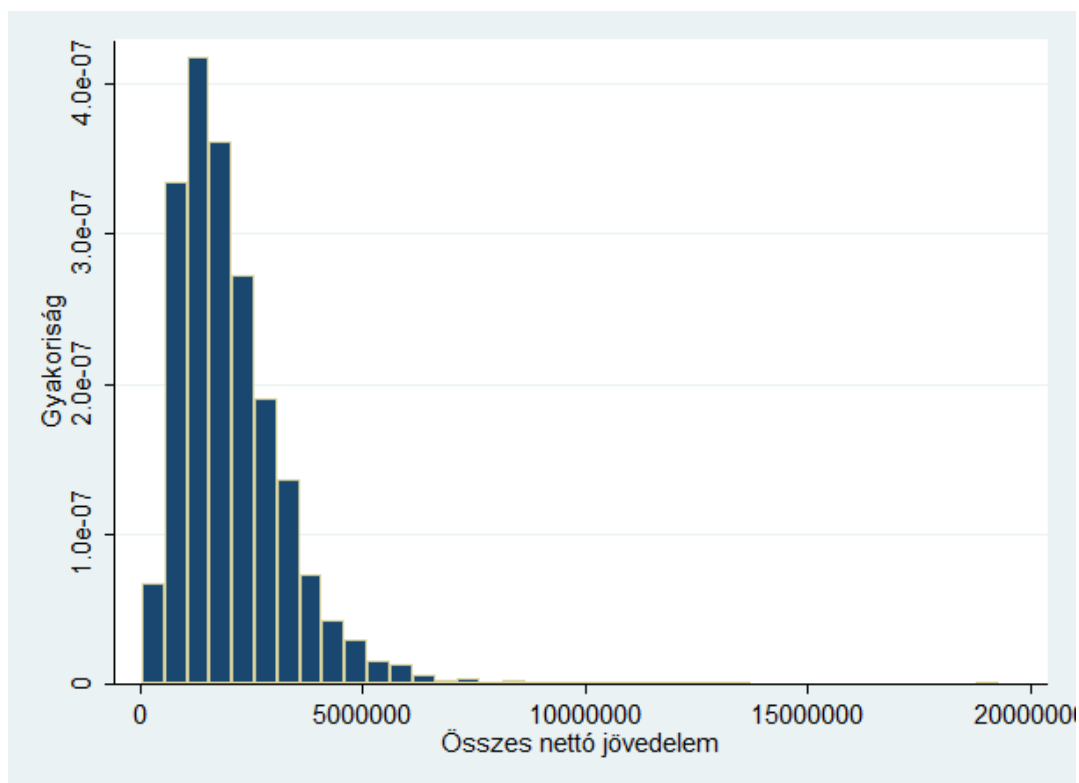
F.1. ábra. A magyarországi lakossági szektor földgázfogyasztásának alakulása (1992-2007).
Forrás: Eurostat



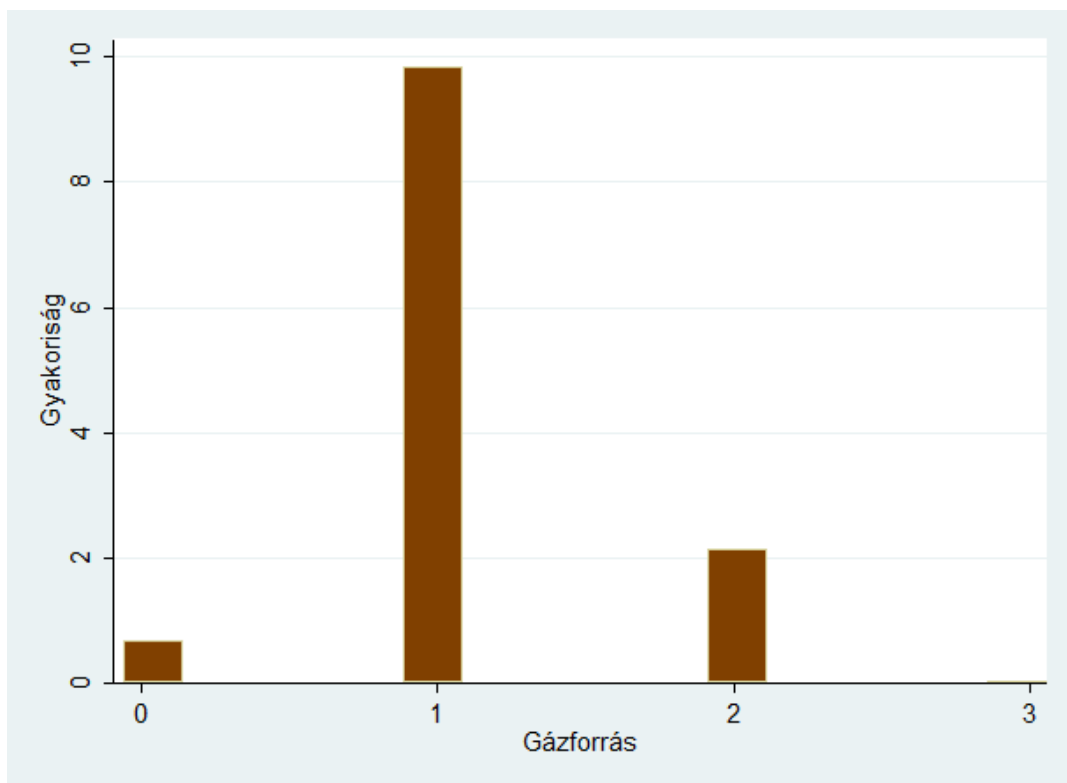
F.2. ábra. Európai lakossági energiafogyasztás megoszlása energiaforrások szerint(1960-2002).
Forrás: Asche et. al (2008)



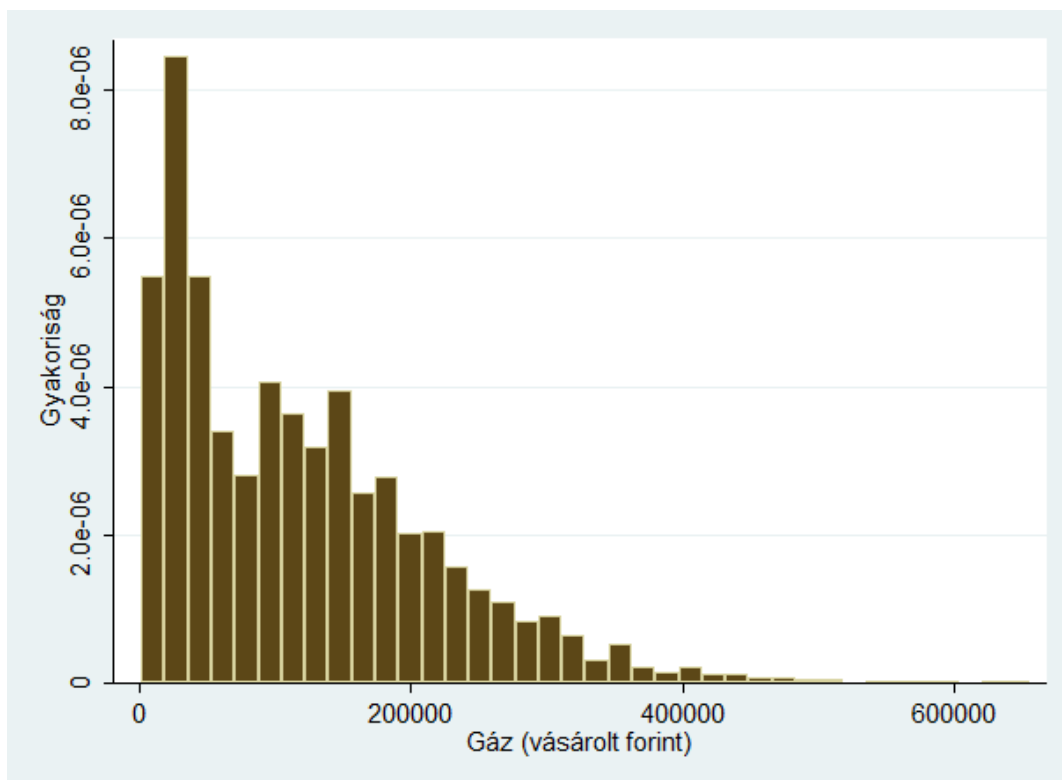
F.3. ábra. KSH HKF adatainak az egy háztartásban élők száma szerinti megoszlása (2009).



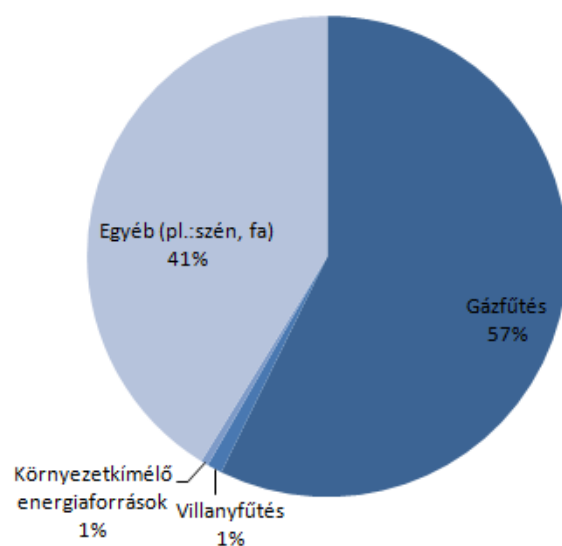
F.4. ábra. KSH HKF adatainak nettó jövedelem szerinti megoszlása (2009).



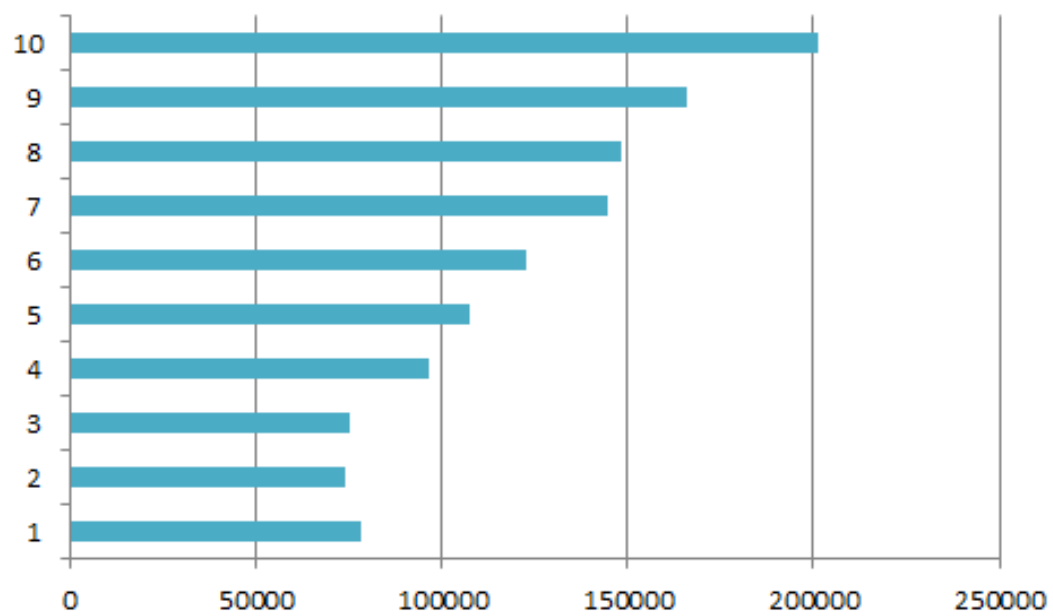
F.5. ábra. KSH HKF adatainak gázforrás szerinti megoszlása (2009). 0 - nem használják gázt, 1 - vezetékes, 2 - palackos, 3 - tartályos



F.6. ábra. KSH HKF adatainak gázfogyasztás szerinti megoszlása (2009)



F.7. ábra. Magyarországi háztartások fűtés szerinti megoszlása (2009)



F.8. ábra. Földgázra költött összeg megoszlása a ház alapterülete szerint

T.2. táblázat. Durbin-Watson teszt kritikus értékei

n	31	5%	
k	7	dL	dU
DW-érték		1.02	1.919

T.3. táblázat. Mikroszintű OLS becslések a földgázfogyasztásra

	Rövid távú becslés		Közép távú becslés		Hosszú távú becslés	
	Együttható	Std. Hiba	Együttható	Std. Hiba	Együttható	Std. Hiba
ln(személyek száma)	0.1851*	0.0102	0.1947*	0.015697	-0.0218	0.0224
ln(jövedelem)	0.0748*	0.0101	0.0914*	0.0145	0.1633*	0.0219
ln(ház becsült értéke)	0.0176*	0.0087	0.0386*	0.017208	0.3902*	0.0194
ln(ház alapterülete)	0.3661*	0.0172	0.4012*	0.025753	0.5699*	0.0339
gáztűzhelyek száma (db)	-0.0495*	0.0180	-	-	-	-
kombinált tűzhelyek száma (db)	0.0236	0.0243	-	-	-	-
Fűtés egyéb tüzelőanyagokkal dummy	-0.5425*	0.0151	-1.5299*	0.0945	-	-
Fűtés villannyal dummy	-0.4489*	0.0443	-1.3043*	0.3221	-	-
Fűtés alternatív forrásokkal dummy	0.2299*	0.0459	-0.2931*	0.3508	-	-
tartályos gázforrás dummy	1.9700*	0.6971	-	-	-	-
palackos gázforrás dummy	1.7769*	0.6900	-	-	-	-
vezetékes gázforrás dummy	2.4144*	0.6900	-	-	-	-
megye dummy 02	-0.2419*	0.0330	-0.0690	0.0540	-0.1778*	0.0638
megye dummy 03	0.1307*	0.0291	0.4056*	0.0499	0.2301*	0.0545
megye dummy 04	0.1916*	0.0304	0.4490*	0.0449	0.3343*	0.0566
megye dummy 05	0.1371*	0.0273	0.3048*	0.0432	0.1785*	0.0463
megye dummy 06	0.2103*	0.0314	0.4006*	0.0450	0.1788*	0.0527
megye dummy 07	0.0983*	0.0348	0.2745*	0.0485	-0.0045	0.0588
megye dummy 08	0.0984*	0.0309	0.3694*	0.0596	-0.1295*	0.0606
megye dummy 09	0.2265*	0.0320	0.4181*	0.0481	0.3249*	0.0582
megye dummy 10	0.0060	0.0337	0.2052*	0.0474	0.2864*	0.0604
megye dummy 11	0.1434*	0.0362	0.2225*	0.0584	-0.00121	0.0727
megye dummy 12	0.0354	0.0356	0.23546	0.0551	0.1501	0.0777
megye dummy 13	0.4263*	0.0276	0.5583*	0.0441	0.4763*	0.0448
megye dummy 14	0.1180*	0.0313	0.3415*	0.0515	0.1099*	0.0344
megye dummy 15	0.0330	0.0313	0.2279*	0.0422	0.3606*	0.0582
megye dummy 16	0.2196	0.3451	0.3557*	0.0468	0.4594	0.06112
megye dummy 17	0.0731*	0.0336	0.2420*	0.0502	0.1420	0.0725
megye dummy 18	0.0106	0.0381	0.2449*	0.0578	0.0567	0.0744
megye dummy 19	0.0677*	0.0313	0.3020*	0.0568	-0.1676*	0.0660
megye dummy 20	0.1806*	0.0312	0.4229*	0.0516	0.0966	0.0622
konstans	6.2463*	0.7031	8.4392*	0.2228	5.5103*	0.3185

T.4. táblázat. Multinomiális logisztikus regresszió a fűtési módokhoz (bázis: Pr(fűtés egyéb tüzelőanyagokkal))

	Pr(gázfűtés)		Pr(villanyfűtés)		Pr(fűtés alternatív forrásokkal)	
	Együttható	Std. Hiba	Együttható	Std. Hiba	Együttható	Std. Hiba
ln(személyek száma)	-0.97442	0.046944	-1.33093	0.148056	-1.23767	0.173972
ln(jövedelem)	0.84771	0.046377	1.013976	0.14427	1.243326	0.156283
ln(ház becsült értéke)	1.376873	0.040531	1.246888	0.116072	2.310429	0.15102
ln(ház alapterülete)	-0.9808	0.071294	-2.63275	0.189989	-2.17387	0.231676
megye dummy 02	-1.97591	0.147301	-0.9787	0.293332	-19.9234	2845.528
megye dummy 03	-1.72212	0.130693	-19.1077	1819.116	-19.4495	2164.924
megye dummy 04	-1.19096	0.133154	-0.11203	0.28395	-0.74279	0.324199
megye dummy 05	-1.21635	0.123478	0.32936	0.235756	-1.27656	0.319498
megye dummy 06	-1.10441	0.134901	-1.29021	0.406322	-0.92622	0.31397
megye dummy 07	-1.26124	0.148604	-19.1851	3033.397	-0.70511	0.314402
megye dummy 08	-2.7921	0.143923	-1.4928	0.313641	-20.6212	2714.793
megye dummy 09	-1.16611	0.136273	-0.91386	0.351418	-19.3463	2706.137
megye dummy 10	-0.89834	0.141597	-0.56837	0.356266	-19.1264	2802.301
megye dummy 11	-2.13423	0.160234	-0.46182	0.300088	-19.9801	3384.208
megye dummy 12	-1.88479	0.162859	-18.8887	2719.748	-19.3307	3002.148
megye dummy 13	-1.40226	0.118169	-1.57709	0.28475	-2.20023	0.297841
megye dummy 14	-1.9242	0.146048	-18.9759	2164.907	-19.3303	2366.222
megye dummy 15	-0.48141	0.137743	-18.0146	1832.005	0.02433	0.33018
megye dummy 16	-0.57428	0.141325	-0.80142	0.414232	-18.7947	3043.376
megye dummy 17	-1.76494	0.157583	-0.74376	0.35607	-0.58599	0.32039
megye dummy 18	-1.83337	0.157789	-1.7144	0.53945	-20.1048	3793.611
megye dummy 19	-2.74853	0.156399	-2.64214	0.534591	-1.6793	0.307896
megye dummy 20	-2.01069	0.142222	-1.88188	0.401464	-1.37773	0.309047
konstans	-9.70434	0.657952	-7.49445	2.019217	-15.118	2.186852

T.5. táblázat. Multinomiális logisztikus regresszió a tűzhelytípusokra

tuzh	Együttható	Std. Hiba	z-érték	P> z
Pr(gáztűzhely)	bázis			
Pr(kombinált tűzhely)				
ln(személyek száma)	0.186149	0.064133	2.9	0.004
ln(jövedelem)	0.414531	0.060083	6.9	0
ln(ház becsült értéke)	1.277263	0.059939	21.31	0
ln(ház alapterülete)	0.213435	0.100537	2.12	0.034
megye dummy 02	0.485383	0.149905	3.24	0.001
megye dummy 03	0.622435	0.135607	4.59	0
megye dummy 04	-0.15096	0.167823	-0.9	0.368
megye dummy 05	-0.23659	0.144213	-1.64	0.101
megye dummy 06	0.054333	0.153755	0.35	0.724
megye dummy 07	-0.9022	0.219173	-4.12	0
megye dummy 08	-0.60521	0.155605	-3.89	0
megye dummy 09	0.284572	0.154551	1.84	0.066
megye dummy 10	0.484072	0.156549	3.09	0.002
megye dummy 11	-0.19471	0.186651	-1.04	0.297
megye dummy 12	0.225848	0.184	1.23	0.22
megye dummy 13	-0.92661	0.151643	-6.11	0
megye dummy 14	-0.01354	0.167551	-0.08	0.936
megye dummy 15	-1.25125	0.270512	-4.63	0
megye dummy 16	0.194666	0.186996	1.04	0.298
megye dummy 17	-0.20941	0.200601	-1.04	0.297
megye dummy 18	-0.51668	0.203104	-2.54	0.011
megye dummy 19	-0.30057	0.158574	-1.9	0.058
megye dummy 20	-0.06685	0.157537	-0.42	0.671
konstans	-12.3242	0.881702	-13.98	0
Pr(villanytűzhely)				
ln(személyek száma)	-0.27454	0.068088	-4.03	0
ln(jövedelem)	0.656536	0.066648	9.85	0
ln(ház becsült értéke)	0.688049	0.057652	11.93	0
ln(ház alapterülete)	-1.08727	0.099437	-10.93	0
megye dummy 02	0.427682	0.145246	2.94	0.003
megye dummy 03	-0.76089	0.187917	-4.05	0
megye dummy 04	-0.1421	0.168526	-0.84	0.399
megye dummy 05	-0.50802	0.151905	-3.34	0.001
megye dummy 06	-0.9829	0.22011	-4.47	0
megye dummy 07	-0.79625	0.219256	-3.63	0
megye dummy 08	0.144489	0.135569	1.07	0.287
megye dummy 09	0.153165	0.156614	0.98	0.328
megye dummy 10	-0.78944	0.24304	-3.25	0.001
megye dummy 11	0.121806	0.164352	0.74	0.459
megye dummy 12	0.683554	0.163041	4.19	0
megye dummy 13	-0.27859	0.129351	-2.15	0.031
megye dummy 14	-0.10354	0.172564	-0.6	0.549
megye dummy 15	-0.0633	0.177671	-0.36	0.722
megye dummy 16	-0.49332	0.220492	-2.24	0.025
megye dummy 17	0.047769	0.180738	0.26	0.792
megye dummy 18	-0.97151	0.271164	-3.58	0
megye dummy 19	-0.32325	0.164485	-1.97	0.049
megye dummy 20	-1.10005	0.223389	-4.92	0
konstans	-8.34094	0.954453	-8.74	0

T.6. táblázat. Diszkrét-folytonos becslés a gázfogyasztásra

ln(gázfogyasztás)	Együttható	Std. Hiba	t-érték	P> t
ln(személyek száma)	0.155248	0.013534	11.47	0
ln(ház alapterülete)	0.171042	0.022306	7.67	0
ln(jövedelem)	0.06512	0.013235	4.92	0
Pr(kombinált tűzhely)	1.233109	0.135031	9.13	0
Pr(villanytűzhely)	-0.44972	0.314793	-1.43	0.153
Pr(villanyfűtés)	-0.64391	0.301509	-2.14	0.033
Pr(fűtés alternatív forrásokkal)	1.246744	0.321966	3.87	0
Pr(fűtés egyéb tüzelő anyagokkal)	-0.13866	0.076379	-1.82	0.069
tartályos gázforrás dummy	1.654877	0.717583	2.31	0.021
palackos gázforrás dummy	1.38538	0.710257	1.95	0.051
vezetékes gázforrás dummy	2.252533	0.710256	3.17	0.002
megye dummy 02	-0.2612	0.048723	-5.36	0
megye dummy 03	0.016095	0.042848	0.38	0.707
megye dummy 04	0.169022	0.038258	4.42	0
megye dummy 05	0.17045	0.037247	4.58	0
megye dummy 06	0.185399	0.040172	4.62	0
megye dummy 07	0.122864	0.040887	3	0.003
megye dummy 08	0.126449	0.047632	2.65	0.008
megye dummy 09	0.197748	0.041482	4.77	0
megye dummy 10	-0.05202	0.043498	-1.2	0.232
megye dummy 11	0.22608	0.048398	4.67	0
megye dummy 12	0.030993	0.050481	0.61	0.539
megye dummy 13	0.465009	0.034847	13.34	0
megye dummy 14	0.081483	0.042691	1.91	0.056
megye dummy 15	0.068756	0.036646	1.88	0.061
megye dummy 16	0.206677	0.041563	4.97	0
megye dummy 17	0.064448	0.041916	1.54	0.124
megye dummy 18	-0.00457	0.047416	-0.1	0.923
megye dummy 19	0.029953	0.043357	0.69	0.49
megye dummy 20	0.11734	0.042163	2.78	0.005
konstans	7.186826	0.733312	9.8	0

T.7. táblázat. OLS becslés a földgázkeresletre aggregált adatokból

ln(gázfogyasztás)	Együttható	Std. Hiba	t-érték	P>t
ln(gázár)	-0.13952	0.056199	-2.48	0.02
ln(áramár)	0.750044	0.32814	2.29	0.031
ln(egy évvel korábbi gázfogyasztás)	0.558324	0.131018	4.26	0
ln(hdd)	-0.02051	0.038484	-0.53	0.599
ln(gdp)	0.127613	0.062888	2.03	0.045
trend	-0.06767	0.030872	-2.19	0.038
konstans	5.023824	1.693195	2.97	0.007
$\bar{R}^2$	0.97	n	32	

T.8. táblázat. Prais-Winsten becslés a földgázkeresletre

ln(gázfogyasztás)	Együttható	Std. Hiba	t-érték	P>t
ln(gázár)	-0.2560609	0.0580703	-4.41	0.000
ln(áram ára)	1.46976	0.3438327	4.27	0.000
ln(hdd)	-0.191085	0.0290133	-0.66	0.516
ln(gdp)	0.1218743	0.0862008	1.41	0.169
trend	-0.610341	0.0439691	-1.39	0.177
konstans	12.17994	0.556155	21.90	0.000
ρ	0.6373	$\bar{R}^2$	0.9978	

Irodalomjegyzék

- Al-Sahlawi, M. A. (1989). The demand for natural gas: A survey of price and income elasticities. *The Energy Journal*.
- Amemiya, T. (1974). Multivariate regression and simultaneous equations models when the dependent variables are truncated normal. *Econometrica*.
- Asche, F., Nilsen, O., & Tveteras, R. (2008). Natural gas demand in the european household sector. *The Energy Journal*.
- Bartlett, S., Dagsvik, J., Olsen, O., & Strom, S. (1987). Fuel choice and the demand for natural gas in western european households. *Discussion Papers, Central Bureau of Statistics, Norway*.
- Bernstein, R., & Madlener, R. (2011). Residential natural gas demand elasticities in oecd countries: An ardl bounds testing approach. *FCN Working Paper Series*.
- Bizsók, K. (2005). *Az európai unió földgázellátásának jövőképe*. (Letöltve:)
- Bohi, D., & Zimmerman, M. (n.d.).
- Cameron, A., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics - methods and applications*. Cambridge University Press.
- Cave, D. (2010.12.28.). Bare-bones approach lets a city embrace winter. *New York Times*.
- Cave-Browne-Cave, F. (1904). On the influence of the time factor on the correlation between the barometric heights at stations more than 1000 miles apart. *Proceedings of the Royal Statistical Society*.
- Cochrane, & Orcutt, G. (1949). Application of least squares regression to relationships containing autocorrelated error terms. *Journal of American Statistical Association*.
- Cotes, R. (1722). Opera miscellanea. In R. Smith (Ed.), (chap. Aestimatio Errorum in Mixta Mathes per Variationes Partium Trianguli Plani et Sphaerici). Cambridge.
- Cowing, T., & McFadden, D. (1984). *Microeconomic modeling and policy analysis: Studies in residential energy demand*. Academic Press (Orlando).

Cseres-Gergely, Z., & Molnár, G. (2008). Háztartási fogyasztói magatartás és jólét magyarországon a rendszerváltás után. *Közgazdasági Szemle*.

Cséki, I. (2001). A gázellátás története. *Víz, gáz, fűtéstechnika*.

Dahl, C. (n.d.).

Dubin, J., & McFadden, D. (n.d.).

Durbin, J., & Watson, G. (1950). Testing for serial correlation in least squares regression. *Biometrika*.

Elek, P., & Kézdi, G. (2003). *A háztartási villamos energia iránti kereslet ár- és jövedelemrugalmassága*. (Letöltve: <http://www.eh.gov.hu/gcpdocs/200309/tarki1.pdf>)

Evans, J., & Hunt, L. (2009). *International handbook on the economics of energy*. Edward Elgar Publishing.

Gáspár, K., & Kiss, . (2009). A pénzbeli jóléti támogatások célzottsága. *Közpénzügyi füzetek*. Hanemann, M. (n.d.).

Heckman, J. (1978). Dummy endogenous variables in a simultaneous equations system. *Econometrica*.

Jensen, R., Shabad, T., & Wright, A. (1983). *Soviet natural resources in the world economy*. University of Chicago Press.

Joutz, F., Trost, R., Shin, D., & McDowell, B. (2009). Estimating regional short-run and long-run price elasticities of residential natural gas demand in the u.s. *USAEE Working Papers*.

Kaderják, P. (2009). *Regionális gáz És villamosenergia ellátásbiztonsági projekt - tanácsadó testület 1. ülés*. Előadás. (Letöltve: http://www.rekk.eu/sos/images/stories/download/tt1_kaderjak.pdf?14c7e2ee2520855d5ac98ec049c2)

Klein, J. (1997). *Statistical visions in time: A history of time series analysis, 1662-1938*. Cambridge University Press.

Koenker, R., & Bassett, G. (1985). On boscovich's estimator. *The Annals of Statistics*.

Lesourd, J. B., Percebois, J., & Valette, F. (1996). *Models for energy policy*. Routledge Publishing.

Liu, G. (2004). Estimating energy demand elasticities for oecd countries. *Discussion Papers, Statistics Norway Research Department*.

- Louca, F. (2007). *The years of high econometrics - a short history of the generation that reinvented economics*. Routledge.
- Maddala, G. (2004). *Bevezetés az ökonometriába*. Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Magyarországi földgázpiac rövid bemutatása. (2011). OPTEN TRADE Optimalizált Energia-kereskedelmi Kft. Letöltve: <http://optentrade.eu/hu/letoltesek/downloads/8>.
- Manski, C. (2001). Daniel mcfadden and the econometric analysis discrete choice. *The Scandinavian Journal of Economics*.
- Manski, C., & McFadden, D. (1981). *Structural analysis of discrete data with econometric applications*. MIT Press.
- Marshall, A. (1996). *The correspondence of alfred marshall, economist: At the summit, 1891-1902* (J. K. Whittaker, Ed.). Cambridge University Press.
- McFadden, D. (1975a). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics*.
- McFadden, D. (1975b). The revealed preferences of a government bureaucracy: Theory. *Bell Journal of Economics*.
- MEH. (2012, 01). *A földgáz végfelhasználói árváltozás okainak a bemutatása*. (Letöltve:<http://www.eh.gov.hu/hatosagi-arak-2/foldgaz/egyetem-es-szolgalatasi/303-a-foldgaz-vegfelhasznaloi-arvaltozas-okainak-a-bemutatasa.html>)
- Mendelsohn, R., Mansur, E., & Morrison, W. (2008). A discrete-continuous choice model of climate change impacts on energy. *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Meyer, B., Viscusi, W., & Durbin, D. (1995). Workers' compensation and injury duration: Evidence from a natural experiment. *The American Economic Review*.
- Molnár, G. (2003). *Az adatállomány és a rotációs panel*. (Letöltve: http://econ.core.hu/doc/KTI_books/ktik2_fuggelek.pdf)
- Orcutt, G. (1948). A study of the autoregressive nature of the time series used for tinbergen's model of the economic system of the united states, 1919-1932. *Journal of the Royal Statistical Society*.
- Prais, S. J., & Winsten, C. B. (1954). *Trend estimators and serial correlation* (Tech. Rep.). Cowles Commission.
- Qin, D. (1993). *The formation of econometrics: A historical perspective*. Oxford University Press.
- Schmidt, P. (1981). Structural analysis of discrete data with econometric applications. In C. Manski & D. McFadden (Eds.), (chap. Constraints on the Parameters in Simultaneous

- Tobit and Probit Models). MIT Press.
- Stigler, S. M. (1986). *The history of statistics: The measurement of uncertainty before 1900*. Belknap Press of Harvard University Press.
- Taylor, L. (n.d.).
- Taylor, L. (1977). International studies of the demand for energy. In W. Nordhaus (Ed.), (chap. The Demand for Energy: A Survey of Price and Income Elasticities). North Holland.
- Tinbergen, J. (1939). *Statistical testing of business cycle theories*. League of Nations.
- Train, K. E., McFadden, D. L., & Ben-Akiva, M. (1987, Spring). The demand for local telephone service: A fully discrete model of residential calling patterns and service choices. *RAND Journal of Economics*, 18(1), 109-123.
- Tóth, A. (2006). A villamosenergia-piaci liberalizáció és a magyarországi háztartások. *REKK Working Paper Series*.
- Tufts, E. (1983). *The elements of graphing data*. Graphics Press.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Introductory econometrics - a modern approach*. South-Western College Pub.
- York, R. (2008). Ecological paradoxes: William stanley jevons and the paperless office. *Human Ecology Review*.