

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

SZENT ISTVÁN EGYETEM KAPOSVÁRI CAMPUS

GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR

Regionális és Agrárgazdaságtani Intézet

A doktori iskola vezetője:

PROF. DR. FERTŐ IMRE

Egyetemi tanár

Témavezető:

PROF. DR. KERÉKES SÁNDOR

Egyetemi tanár

Társtémavezető:

PROF. DR. TÓZSA ISTVÁN

Egyetemi tanár

A HÁZTARTÁSI TŰZIFAFOGYASZTÁS ÉS
SZEMÉTEGETÉS ÖKONOMETRIAI VIZSGÁLATA A
LEVEGŐMINŐSÉG JAVÍTÁSÁNAK SZOLGÁLATÁBAN

DOI: 10.54598/000720

Készítette:

CSUVÁR ÁDÁM

KAPOSVÁR

2021

1. A kutatás előzményei, célkitűzései

A lakosság széles körében elterjedt szilárd tüzelőanyag-használat jelentősen rontja a levegő minőségét, ami aztán betegségek kialakulásához járul hozzá. E dolgozatban a hazánkban legnépszerűbb szilárd energiaforrás, a tűzifa fogyasztását, valamint a törvénytelen szemétegetést elemezzük, hogy aztán olyan javaslatokkal állhassunk elő, amelyek egy jobb környezeti állapot irányába mutatnak. Az erdők egészségének szempontjából és a levegő minősége miatt is fontos, hogy a háztartások csökkentsék a fafogyasztásukat. A levegő szálló por- és mérgezőanyag-tartalmának csökkentése érdekében a szemétegetést is mérsékelnünk kell. E kérdéseket elsősorban közgazdasági szemlélettel közelítjük, és a célok elérése érdekében kulcsfontosságúnak látjuk a hőigények tisztább, modernebb energiaforrásokkal való kielégítését. Ahogy Leach (1992) – a témánk szempontjából igen fontos munkának tekinthető - az Az energiaátmenet (The energy transition) című tanulmányában írja, a váltás a modernebb energiaforrások felé egy részről azért lehet kívánatos, mert így csökkenthető a beltéri levegőszennyezettség mértéke és az általa okozott egészségügyi kockázat, másrészt pedig redukálható az erdőkre nehezedő nyomás, miközben megkönnyítjük a biomassza beszerzését az átmenethez túl szegény háztartásoknak.

Az efféle váltás, azaz az energiaátmenet tanulmányozását számos kutató az „energialétra” hipotézisre („energy ladder” hypothesis) alapozva kezdi meg (például Hoiser - Dowd, 1987; Arnold et al., 2006, Zhao et al., 2017; Paunio, 2018). A hipotézis a tisztább/szennyezőbb energiahordozók irányába történő elmozdulás tanulmányozására is alkalmas. Az ismert hazai problémák orvoslásának egyik kulcsa a „létrán” való gyors feljebb lépés.

A modell feltételezi, hogy a növekvő jövedelmek hatására a lakosság magától lépked a „létra” egyre magasabb fokára, hátrahagyva így a primitív, inferior¹ energiahordozókat. Vagyis például a hulladék, a trágya és növényi maradványok szintjén álló háztartás a növekvő keresetek hatására lemond ezekről a kényelmetlen, alsóbbrendű jószágokról, és átáll a tűzifa szintjére. További jólétnövekedés hatására a fát a faszén váltja fel, majd a kőolaj származékok, később a háztartás a földgáz, végül a villamos áram szintjére jut. Az elmélet tehát implicit módon tartalmazza, hogy a prosperáló gazdaság bármiféle külső beavatkozás nélkül a „tisztasági és kényelmességi hierarchia” egyre magasabb fokára tolja a felhasználókat, ami végül egy környezetkímélő energiamix képét festi meg. Az efféle folyamat felfogható egy fajta környezeti Kuznets-görbéként is (Kerekes, 2007; Bodor - Kerekes, 2017, Benedek – Fertő, 2018).

Számos olyan körülmény lehetséges azonban, amelyek eltéríthetik az „energialétra” modellt a hibátlan működéstől, hiszen a jövedelmen kívül más tényezők is hatnak a felhasználók viselkedésére. Ezek csökkenthetik, sőt el is nyomhatják a jövedelem fogyasztásra gyakorolt hatását. Mint a következő fejezetben látni fogjuk, nem feltétlenül a jövedelem a fogyasztás legfontosabb magyarázó tényezője, hanem az a tényező, amelyik a legnagyobb mértékben hat a háztartások (nem pusztán anyagi) jólétére. Előzetes vizsgálataink alapján (lásd a 2.5. alfejezetet) azt feltételezzük, hogy ez a változó a tűzifa esetében a legfontosabb helyettesítő termék, avagy a vezetékes földgáz ára (Csuvár, 2019). Leach (1992), Song et al. (2012a), Karimu (2015) is kiemelt szerepet tulajdonít az erőforrás relatív, azaz egy alternatívához viszonyított árának. Ha az energiahordozók közötti különbségek tartósak és jelentősek, a fogyasztók az általuk olcsóbbnak vélt energiahordozóra válhatnak, még ha a

¹ Inferior vagy másnéven alsóbbrendű jószágról beszélhetünk, ha a fogyasztó jövedelmének változására a jószág kereslete ellenkező előjelű változással reagál.

változtatásnak tetemes fix költségei is vannak (például egy gázkazán megvásárlása és beszerelése). Vagyis még növekvő jövedelmek mellett is bővíthet a tűzifa használata, ha az az alternatívákhoz mérten a legalacsonyabb költségeket jelenti. Emellett természetesen az is lehet, hogy Magyarországon a tűzifa nem alsóbbrendű, hanem normál jószág. Ekképpen a növekvő keresetek mellett a fa fogyasztása tovább bővül.

E gondolatok logikája átfordítható a háztartási szemét területére is. Sajnos nem találtunk olyan kutatást, ami ezt vizsgálta volna, ezért elméleti modellünket a tűzifával kapcsolatos irodalomból és a tűzifa modelljéből vezetjük majd le.

Mindebből adódnak a dolgozat kutatási kérdései:

1. Ha növekednek a magyar keresetek, tényleg „hátra dőlhetünk” és állami beavatkozás nélkül élvezhetjük az egyre tisztább levegőt, vagy ekkor is szükséges a gondosan megtervezett és végrehajtott szabályozás?
2. Amennyiben szabályozásra van szükség, úgy melyek azok a területek, amelyekbe való beavatkozással a leghatásosabban csökkenthető a lakossági fatüzelés/szeméttégetés mértéke?

A probléma komplexitását a sajtóban fellelhető számos különféle „megoldási” javaslat is érzékelteti². A Greenpeace által összeállított javaslatcsomag például

² Például:

- 1) https://merce.hu/2017/01/24/hiaba_ okozhatja_evente_tobb_mint_10_ezer_ember_k_orai_halalat_a_szmog_nincs_ez_ugyben_atfogo_kormanyz/
- 2) <https://merce.hu/2019/01/11/szemettel-futenek-a-raszorulok-de-a-kormany-buszke-a-meg-sem-erkezett-tuzifa-tamogatasra/>
- 3) <https://www.origo.hu/kornyezet/20161123-lakossagi-futes-szenyezti-legjobban-a-levegot.html>
- 4) <https://www.origo.hu/tudomany/20191021-tilos-es-veszelyes-a-hulladekegetes-megis-sokan-teszik.html>

a fogyasztók felvilágosítását, a törvénytelen égetések elleni hatósági fellépést és szankcionálást, a lignit lakossági használatának és a nedves tűzifa árusításának tiltását, valamint a rászorultaknak megfelelő minőségű tüzelőanyag biztosítását szorgalmazza (Greenpeace, 2016). A leghatásosabb beavatkozások megtervezése nem könnyű feladat, a közgazdaságtudomány eszköztára segíthet a probléma ok-okozati oldalának feltárásában.

A dolgozat célja azonosítani a tűzifafogyasztásra és a szemétegetésre ható fontosabb tényezőket, s megállapítani, mely tényezők kerülhetnek a hatóság fókuszába. Ha meg tudjuk határozni, hogy milyen tényezők hatására változtatják a fogyasztók a tűzifa- és a szemétfelhasználásukat, akkor a legfontosabbak hatását csökkentő/felerősítő hatósági szabályozással arra tudjuk ösztönözni őket, hogy kevesebbet égessenek el azokból.

Feladatunk tehát az is, hogy olyan javaslatokat fogalmazzunk meg, amik a tűzifafogyasztás és a háztartási hulladékégetés ésszerű csökkentésének irányába hatnak, s felhasználhatók az állami beavatkozások megtervezésekor. Elképzelhető tehát, hogy a kevésbé környezet- és egészségkárosító energiafelhasználás megteremtéséhez szükség van jól megtervezett korlátok és ösztönzők kiépítésére. E munkával ezen eszközök megtervezését kívánjuk segíteni. Munkánk újszerűségét egy felől az adja, hogy tudomásunk szerint hazánkban nem vizsgálták még ezeket a kérdéseket ezen a módon, az általunk felhasznált adatokkal (különösen igaz ez a vizsgálatunk közgazdaságtudományi jellegére).

5) <http://ecolounge.hu/nagyvilag/a-helytelen-futes-avagy-a-lathatatlan-tomeggyilkos>

Célkitűzéseinket az alábbi hipotézisek vizsgálata mentén kívánjuk teljesíteni:

Első hipotézis (H1): A lakossági tűzifa tekintetében hazánkban nem a jövedelem az energiaátmenet legerősebb mozgatórugója, így annak növekedése mellett is szükséges a társadalmi-gazdasági folyamatokba való állami beavatkozás. A környezet minősége e területen sem bízható pusztán a piaci folyamatokra.

Második hipotézis (H2): A lakossági tűzifafogyasztás csökkentésének leghatásosabb módja a fa helyettesítő termékének, vagyis a vezetékes földgáz árának állami szabályozásával érhető el.

Harmadik hipotézis (H3): A háztartások anyagi jólétének növekedése a törvénytelen szeméttégetést leghatásosabban csökkentő tényező.

Negyedik hipotézis (H4): Bizonyos tényezők szabályozása egyszerre csökkenti a lakossági tűzifafogyasztást és a törvénytelen szeméttégetést. Hatékonyságuknál fogva ezen körülményekre érdemes fokozottan ügyelni az állami beavatkozások megtervezésekor.

A dolgozatban empirikus úton igyekezzük tisztázni a feltett kérdéseket, s az ökonometriai modellezés segítségével értékeljük majd a felállított hipotéziseket.

2. Anyag és módszer

2.1. Többváltozós lineáris regressziós modell alkalmazása a tűzifa fogyasztással kapcsolatos összefüggések feltárásához

A dolgozatban elsőként a fatüzeléssel foglalkozunk. Egy többváltozós regressziós modellel vizsgáljuk meg a háztartási tűzifa fogyasztás és a választott magyarázó változók közötti kapcsolatot 1990 és 2018 között. A historikus szemlélet lehetővé teszi a hosszútávú változások számbavételét, hátránya az adatok aggregáltságából vagy átlagosságából származik, amelyekkel képtelenek vagyunk rávilágítani a területi és a technológiai különbségekre. Azért választottuk ezt a fajta megközelítést, mert kizárólag éves, szektorális adatok állnak rendelkezésre a magyarországi tűzifa-felhasználásról. Az elemzéshez használt adatokat a Központi Statisztikai Hivatal és az Eurostat internetes felületeiről töltöttük le (1. táblázat). Az elemzéshez a Stata 15.1-es verzióját használtuk fel.

Modellünk eredményváltozója a lakosság által évente elfogyasztott tűzifa mennyisége (WOOD), amelyet a következő magyarázó változók segítségével vizsgálunk.

Számításba vesszük az éves átlagos bruttó keresetet (EAR). Az előző fejezetben leírtak szerint elsősorban negatív kapcsolatot sejtünk e változó és a fogyasztás között, de nem tartjuk elképzelhetetlennek a pozitív viszonyt sem. Várakozásaink szerint, ha gazdagodnak a háztartások, kevesebb tűzifát és több modern energiahordozót, például földgázt, villamos áramot használnak, ami arra utal, hogy a vizsgált térségben a fa inferior jószág (Israel, 2002; Jiang - O'Neill, 2004; Couture et al., 2012). Emellett fenntartjuk annak a lehetőségét is, hogy a tűzifa normál jószág, tehát a fogyasztók növekvő jóléte növeli az abból felhasznált mennyiséget (Arnold et al., 2006; Baland et al., 2010).

Egyes kutatók szerint az energiahordozó saját ára a jövedelemnél erőteljesebb hatást gyakorol a fogyasztásra, ezért figyelembe vesszük a tűzifa árát is (PWOOD) (Hiemstra-vander Horst - Hovorka, 2008; Kowsari - Zerriffi, 2011; Couture et al., 2012; Lillemo - Halvorsen, 2013). Miként a tűzifát közönséges jószágnak tekintjük, annak ára és az abból elfogyasztott mennyiség között negatív kapcsolatot feltételezünk.

Fontos tényezőként tekintünk az „energialétrán” magasabb pozícióval bíró vezetékes földgázra és villamos áramra³. Helyettesítő viszonyt, így az áruk (PGAS, PPOW) és a fafogyasztás között pozitív kapcsolatot valószínűsítünk. Úgy gondoljuk, hogy ha jelentős és tartós a különbség a fa és a helyettesítőinek ára között, a felhasználók – ott, ahol ez lehetséges - idővel áttérnek az olcsóbb energiaforrásra.

Köszönhetően a magyar lakásállomány rossz energiahatékonysági állapotának (NFM, 2015; Juhász, 2017) a fogyasztók meglehetősen kitétek lehetnek a külső hőmérséklet alakulásának. Erre alapozva gondoljuk, hogy a tűzifafogyasztás alakulásában jelentős szerepet játszik, pozitív kapcsolattal bír a külső hőmérséklet. A hőmérsékleti hatás számszerűsítéséhez jól használható az átlagos éves napfokszám (heating degree days, HDD) (Quayle - Diaz, 1980; Sugár, 2011). A napfok⁴ a küszöbhőmérséklettől való eltérést jelenti, amely

³ Annyi kiegészítést tennénk, hogy valójában a villany egyszerre jelenik meg helyettesítő termékként (villanyradiátor, légkondicionáló, hőszivattyú stb.) és kiegészítő termékként is a piacon. A helyettesítő/kiegészítő jelleg nehezen különíthető el az aggregált adatok alapján, erősen függ a jövedelmi helyzettől is, de mivel szinte minden háztartás esetén fontos eleme a villany az energiamixnek, komoly hatással van a fogyasztók költségvetésére, ezért úgy véljük, érdemes számításba venni.

⁴ „A napfokot általában egy adott időtartamra számoljuk, például egy hónapra vagy egy évre. A napfok számítása a következőképpen zajlik. Megállapítjuk mekkora a napi átlagos középhőmérséklet, majd a naponta számolt $16 - X$ értékeket összegezzük az adott időszakra, ha X 16 °C fok alatt van, illetve nulla a megfelelő érték

pozitív kapcsolatban áll a fűtési igénnyel, tehát minél nagyobb a napfok, annál nagyobb a hőigény, annál nagyobb energiafogyasztás várható.

Minden pénzben kifejezett adatot - így a tűzifa, a vezetékes földgáz és a villamos áram árát, valamint a keresetet - defláltunk, és az 1990-es árszínvonalon fejeztük ki. A változók természetes-alapú logaritmusával dolgozunk, hogy megfigyelhessük az elaszticitásokat. Feltételezésünk szerint tehát a háztartási tűzifafogyasztás jól becsülhető az imént bemutatott magyarázó változók függvényeként, amelyekkel így majdnem a kereslet elméletén belül is maradunk (keresletelméleti változók és hőmérsékleti hatás):

$$\ln\text{WOOD} = f(\ln\text{EAR}, \ln\text{PWOOD}, \ln\text{PGAS}, \ln\text{PPOW}, \ln\text{HDD})$$

1. táblázat: A tűzifafogyasztás elemzéséhez használt változók rövidítése, meghatározása és forrása

Rövidítés	Meghatározás	Forrás
<i>lnWOOD</i>	Éves lakossági tűzifafelhasználás, toe	Eurostat, 2020
<i>lnEAR</i>	Átlagos nettó reálkereset, Ft	KSH, 2020
<i>lnPWOOD</i>	Tűzifa reálára, Ft/100 kg	KSH, 2020
<i>lnPGAS</i>	Vezetékes földgáz reálára, Ft/m ³	KSH, 2020
<i>lnPPOW</i>	Villamos energia reálára, Ft/kWh	KSH, 2020
<i>lnHDD</i>	Éves napfokszám	Eurostat, 2020

Az adatok alapvető leíróstatisztikáit (megfigyelések száma, átlag, szórás, minimum, maximum) a 2. táblázatban tüntettük fel.

egyébként. (Sugár, 2011, old.: 385.)”

2. táblázat: A tűzifafogyasztás elemzéséhez használt változók leíróstatisztikai

Változó	n	Átlag	Szórás	Min.	Max.
<i>lnWOOD</i>	29	7,176522	0,2127749	6,81564	7,618988
<i>lnEAR</i>	29	9,730862	0,2148877	9,411797	10,16051
<i>lnPWOOD</i>	29	5,339646	0,1624511	5,066181	5,680677
<i>lnPGAS</i>	29	1,892647	0,3154847	1,411214	2,43567
<i>lnPPOW</i>	29	3,48072	0,2388156	2,791165	3,771568
<i>lnHDD</i>	29	7,929802	0,0795504	7,730913	8,078003

A tényezők közötti összefüggéseket egy többváltozós lineáris regressziós modellel vizsgáljuk, amelynek általános képlete az alábbiak szerint írható fel:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$$

ahol Y az eredményváltozó,

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$ magyarázó változók,

β_0 konstans,

ε hibatarag.

A modell, avagy az összefüggések leírására alkalmas egyenes meghatározása a legkisebb négyzetek módszerén (Ordinary Least Squares, OLS) alapul. A módszer az eredeti adatpontok becsült egyenestől vett eltéréseinek négyzetösszegét igyekszik minimalizálni (Koop, 2008).

2.2. Többváltozós lineáris regressziós modell alkalmazása a szemétegetéssel kapcsolatos összefüggések feltárásához

A háztartási szemétegetést – ugyancsak a rendelkezésre álló adatbázishoz igazodva - „alulról” közelítjük meg. Az elemzést településszintű keresztmetszeti adatokon végezzük, amiket az Országos Területfejlesztési és

Területrendezési Információs Rendszer honlapjáról töltöttünk le (TEIR, 2020). Mivel a szükséges információk jó része csak a népszámlálás adatfelvételéből érhető el, az adatok a legutóbbi népszámlálás évére, 2011-re vonatkoznak. Ennek ellenére úgy hisszük, hogy az adatok alapján közvetített folyamatok (mikrokultúra, preferenciák, fogyasztói magatartás) nem változtak meg az eltelt 9 év alatt, így az eredmények biztonsággal értelmezhetők napjainkra is. A megfigyelések Magyarország összes, azaz 3154 településére vonatkoznak. Az adatokat a Stata szoftver 15.1-es verziójával dolgoztuk fel.

Néhány alapadat megjelenítéséhez, a legfontosabb hipotézisek támogatásához térképeket készítettünk. A települések térképi ábrázolásához az OpenStreetMap településhatáros térképi fájljait⁵ használtuk fel, a tematikus térképeket a QGIS 2.18.20 szoftverrel készítettük.

Előzetes vizsgálatunk (White-teszt) alapján fellép a heteroszkedaszticitás jelensége, ezért a szemétegetésére ható tényezőket robusztus sztenderd hibákkal végzett többváltozós lineáris regressziós modellezéssel próbáljuk meg feltárni. Habár a heteroszkedaszticitás mellett az OLS-becslések továbbra is torzítatlanok és konzisztensek maradnak, nem lesznek hatásosak, ezért fontos, hogy figyelembe vegyük ezt a feltételt (Ramanathan, 2003).

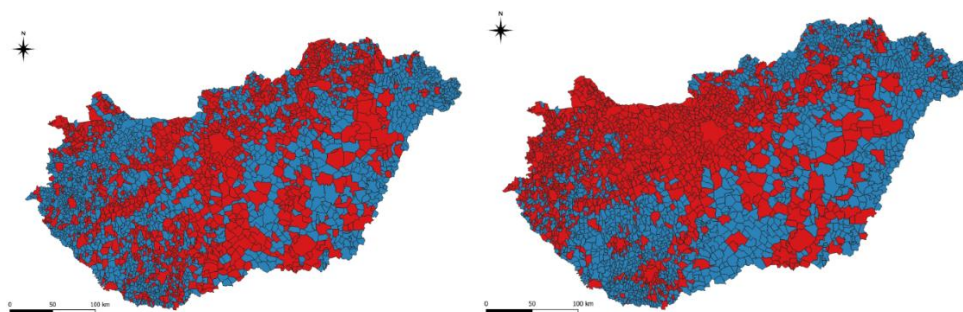
Modellünk eredményváltozója a településről elszállított egy főre jutó hulladék mennyisége (TRASH). E mögött az a gondolat áll, miszerint minél több hulladékot szállítanak el a településről, annál kevesebbet égetnek el abból. Ekképpen a hulladékképződésre pozitív hatást gyakorló változásokat üdvözöljük. Természetesen ez egy erős leegyszerűsítése a valóságnak, amire tekintettel kell lennünk az eredmények értékelésekor, jobb adat híján azonban be kell érünk ezzel. A fogyasztás becsléséhez 10 magyarázó változót használunk fel, olyanokat, amelyeket a szakirodalom alapján megalapozottnak

⁵ <http://data2.openstreetmap.hu/hatarok/kozighatarok.zip>

gondolunk. Nem találtunk a törvénytelen háztartási hulladékégetés közgazdasági elemzéséről szóló tanulmányt, ezért modellünket a tűzifa (vagy tágabb értelemben véve a szilárd tüzelőanyagok) ökonometriai modellje alapján hoztuk létre.

Az 1. ábra baloldali térképe az eredményváltozó területi különbségeit hivatott hangsúlyozni (Horváthné Kovács - Nagy, 2015). A térképen piros színnel szerepelnek azok a települések, ahol az egy főre jutó elszállított települési hulladék mennyisége nagyobb az országos átlagnál. Kék színnel az országos átlagnál alacsonyabb mennyiséggel rendelkező településeket láthatjuk, vagyis azokat, ahol feltevésünk szerint jelentősebb az illegális égetés. A hulladék koncentrációjának területi eloszlása egyenetlen, első ránézésre erősen keverednek egymással a város-vidék, dombság-alföld, gazdag-szegény különbségek. Nem igazán fedezhető fel ok-okozati szabályszerűség.

Miként a legtöbb kutatás kiemelt szerepet tulajdonít az anyagi jólét tüzelőanyagváltásra gyakorolt hatásának, ezért kiemelt figyelemmel kezeljük a jövedelmet (Hoiser - Dowd, 1987; Shafik, 1994; An et al., 2002; Arnold et al., 2005). A használatuk kényelmetlensége és a fokozott porkibocsátás miatt alsóbbrendű jószágként tekintünk a (hagyományos) szilárd tüzelőanyagokra. Várakozásaink szerint a jövedelem (INC) pozitív kapcsolatban áll az elszállított (vagyis „el nem égetett”) hulladékkal, s az egyik legfontosabb magyarázó tényező. Az 1. ábra jobb oldali térképén piros színnel tüntettük fel azokat a településeket, ahol az egy főre jutó jövedelem az országos átlagnál nagyobb, míg kék színnel az átlag alatti települések szerepelnek. Vagyis, ha az első hipotézisünk nagyon erősen érvényesülne a valóságban, a két térkép színezése nagyon hasonló kellene, hogy legyen. Ha a térképeket egymáshoz hasonlítjuk, láthatunk némi átfedést a piros területek között, azonban egyértelmű kapcsolatot nem olvashatunk le.

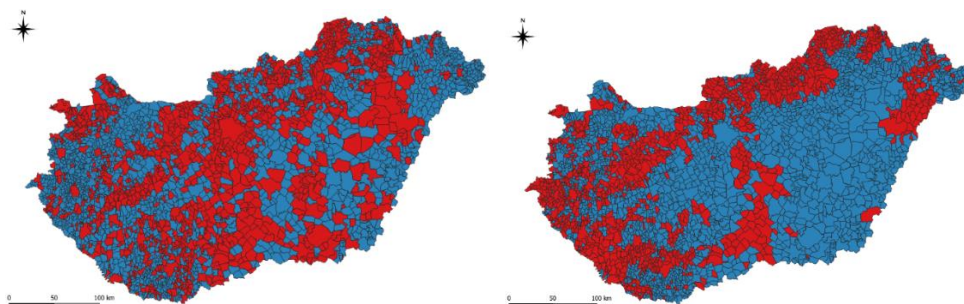


1. ábra: Egy főre jutó elszállított hulladék településenként az országos átlaghoz mérten (bal); egy főre jutó jövedelem településenként az országos átlaghoz mérten (jobb) (piros/kék: országos átlag feletti/alatti mennyiség), 2011

Forrás: TEIR, 2020

Kiemelten fontos változóként vesszük számításba az erdősültség mértékét is (FOR) (Fu et al., 2014; McLean et al., 2019). Ez meghatározhatja a tűzifakínálat bőségét, ami hat az árra, befolyásolhatja a "lophatóság" mértékét, a szállítási költségeket, és a kialakult szokásokat. A bőségesebb faanyag tehát népszerűbbé teheti a tűzifa használatát, ami a vegyestüzelésű kazánok, kályhák révén a szemétegetés lehetőségét is megteremti. Ahol van lehetőség a hagyományos tűzifahasználatra, ott nagy eséllyel égetnek el háztartási szemetet is, ebből a szempontól a két anyagot egymás „szinonimájának” is tekintjük. Feltételezésünk szerint minél inkább adottak a lehetőségek a modernebb fűtőanyag használatára, annál kevesebb szilárd tüzelőanyagot, ekképpen fát és szemetet égetnek el. Tehát bizonyos természeti, társadalmi, gazdasági és műszaki tényezők befolyásolják a szemétegetés mértékét, amik sejtésünk szerint hasonló hatást gyakorolnak a tűzifa-felhasználásra is. A 2. ábra bal oldali térképe az eredményváltozót szemlélteti az előzőleg ismertetett módon, viszont a jobb oldali térképre ezúttal az erdősültség mértéke került.

Egyértelműen leolvasható mintázatot ezúttal sem találhatunk a két térkép között.



2. ábra: Egy főre jutó elszállított hulladék településenként az országos átlaghoz mérten (bal); erdősültség mértéke településenként az országos átlaghoz mérten (jobb) (piros/kék: országos átlag feletti/alatti mennyiség),
2011

Forrás: TEIR, 2020

Pozitív kapcsolatot feltételezünk az elszállított szemét mennyisége és a szemétegetés helyettesítésére alkalmas termékek, így a földgáz (GAS) és a villamos energia (POW) felhasználása között (Fu et al., 2014; McLean et al., 2019).

Mivel a szilárd tüzelőanyag-, így az illegális hulladékégetés inkább vidéken jellemző, a sűrűbben lakott, városias térségek (POPD) pozitív irányú hatást gyakorolhatnak az elszállított települési hulladék mennyiségére (Abbott et al., 2016; Tao et al., 2016; McLean et al., 2019).

Valószínűsítjük, hogy az égetés pozitív viszonyban áll a háztartások számával (HOU) és a lakás méretével is, amit a lakások átlagos alapterületével mérünk (FLOOR) (Song et al., 2012). A több és nagyobb lakás nagyobb energiaigényt is jelent, így nagyobb a valószínűsége a szemétegetésnek is.

A lakosok kora is hatással lehet az energiafelhasználás mennyiségére, ezt a száz gyerekkorúra jutó idősök számával jelenítjük meg (AGE) (Rahut et al., 2016). Feltételezzük, hogy az idősebb emberek hőigénye nagyobb a rosszabb egészségi állapotuk (pl. keringési rendszerrel kapcsolatos betegségek) és a lakásban töltött több idő miatt, így a jobban előregedő településekről kevesebb szemetet szállítanak el.

A fogyasztók képzettsége és a szilárd tüzelés között negatív kapcsolatot sejtünk (Karimu, 2015; Rahut et al., 2016; McLean et al., 2019). A magasabb iskolai végzettség csökkentőleg hathat a szemétegetésre az átlagosan magasabb jövedelem és a városias lakóhely révén. Az iskolázottságot a felsőfokú végzettséggel rendelkezők teljes népességhez viszonyított arányával mérjük (EDU). Ez hatással lehet az egyén ismereteire, környezettudatosságára is, aminek óriási hatása van a fűtési szokásokra nézve. Egy nem reprezentatív felmérés szerint a tudás hiánya és a nemtörődömség is fontos okozói lehetnek a törvénytelen szemétegetésnek (Lenkei, 2016).

Figyelembe vesszük még a háztartások zsúfoltságát (~ a család méretét), amit a száz háztartásra jutó személyek számával reprezentálunk (CROWD) (Van der Kroon et al., 2014; Rahut et al., 2016). Úgy véljük, minél szerényebbek a pénzügyi lehetőségek, vagy minél jobban élnek a régi szokások, annál több lakó él egy fedél alatt. Ahogyan a nélkülözés, úgy a hagyományosabb életmód is arra ösztönözheti a lakosokat, hogy elégessenek „mindent”, ami megmaradt, és amiből energiához juthatnak.

Az elemzésben felhasznált változók leíróstatisztikáit (megfigyelések száma, átlag, szórás, minimum, maximum) az 4. táblázatban foglaltuk össze. Az elaszticitások megfigyelhetősége miatt jelen esetben is az adatok természetes alapú logaritmus-transzformációjával dolgozunk.

3. táblázat: A szemétégetés elemzéséhez használt változók rövidítése, meghatározása és forrása

Rövidítés	Meghatározás	Forrás
<i>ln</i> TRASH	Egy főre jutó elszállított települési hulladék, t	TEIR, 2020
<i>ln</i> INC	Egy főre jutó jövedelem, Ft	TEIR, 2020
<i>ln</i> FOR	Erdők aránya a teljes területhez mérten, %	TEIR, 2020
<i>ln</i> GAS	Egy főre jutó gázfogyasztás, 1000 m ³	TEIR, 2020
<i>ln</i> POW	Egy főre jutó villanyfogyasztás, 1000 kWh	TEIR, 2020
<i>ln</i> POPD	Népsűrűség, fő/km ²	TEIR, 2020
<i>ln</i> HOU	Háztartások száma, darab	TEIR, 2020
<i>ln</i> FLOOR	Egy lakásra jutó alapterület, m ²	TEIR, 2020
<i>ln</i> AGE	Száz gyerekre jutó idős, fő	TEIR, 2020
<i>ln</i> EDU	Felsőfokú végzettségűek aránya, %	TEIR, 2020
<i>ln</i> CROWD	Száz háztartásra jutó személy, fő	TEIR, 2020

4. táblázat: A szemétégetés elemzéséhez használt változók leíróstatisztikái

Változó	n	Átlag	Szórás	Min.	Max.
<i>ln</i> TRASH	3154	-1,658	0,420	-4,346	-0,018
<i>ln</i> INC	3154	13,182	0,397	10,789	14,401
<i>ln</i> FOR	3154	-1,930	1,262	-6,908	1,196
<i>ln</i> GAS	3154	-2,120	1,630	-6,908	0,682
<i>ln</i> POW	3154	0,013	0,271	-3,327	1,465
<i>ln</i> POPD	3154	3,806	0,881	0,450	8,015
<i>ln</i> HOU	3154	5,812	1,332	1,946	13,617
<i>ln</i> FLOOR	3154	4,454	0,102	4,060	4,942
<i>ln</i> AGE	3154	5,064	0,742	-6,908	7,937
<i>ln</i> EDU	3154	-2,976	0,778	-6,908	-0,931
<i>ln</i> CROWD	3154	5,527	0,113	4,682	6,094

A lakossági szemétegetést az alábbi változók függvényeként becsüljük:

$$\ln\text{TRASH} = f(\ln\text{INC}, \ln\text{FOR}, \ln\text{GAS}, \ln\text{POW}, \ln\text{POPD}, \ln\text{HOU}, \ln\text{FLOOR}, \ln\text{AGE}, \ln\text{EDU}, \ln\text{CROWD})$$

A tényezők közötti összefüggéseket egy robusztus sztenderd hibákkal végzett többváltozós lineáris regressziós modellel vizsgáljuk, amelynek általános képlete a már ismertetett módon írható fel:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$$

ahol Y az eredményváltozó,

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$ magyarázó változók,

β_0 konstans,

ε hibatag.

Az összefüggések leírására alkalmas egyenes meghatározását ezúttal is a legkisebb négyzetek módszerével (Ordinary Least Squares, OLS) végezzük.

Mivel az eredményváltozó egy erős leegyszerűsítésen alapul, egy másik becslést is elvégzünk, aminek eredménye erősítheti vagy gyengítheti az első modellünket. A felhasznált módszer megegyezik az előzővel, ám ezen második modell eredményváltozója a (településenként egy főre jutó) kén-dioxid koncentráció ($\mu\text{g}/\text{m}^3$; $\ln\text{SO}_2$)⁶. Ez az adat a Központi Statisztikai Hivatal adatbázisából származik, és a vizsgált évre vonatkozóan – sajnos csak - 27 településről áll rendelkezésre⁷. A feltételezett összefüggés az, hogy a

⁶ n: 27, átlag: 5,637737, szórás: 2,461803, min.: 1,254144, max.: 14,114511

⁷ Azon településekről, amelyek rendelkeztek akkor automata légszennyezettségmérő-állomással: Ajka, Budapest, Debrecen, Dorog, Dunaújváros, Eger, Esztergom, Győr, Hernádszurdok, Kazincbarcika, Komló, Miskolc, Nyíregyháza, Oszlár, Pécs, Putnok,

fokozottabb törvénytelen hulladékégetés nagyobb kén-dioxid koncentrációt okoz, így az használható a vizsgálandó jelenség proxy indikátoraként. Figyelembe véve a megfigyelések alacsony számát, az előzőleg ismertetett magyarázó változókból ezúttal mindösszesen hármat alkalmazunk, nevezetesen az egy főre jutó jövedelmet ($\ln\text{INC}$), az erdősültséget ($\ln\text{FOR}$), amelyet a kiegészítő termék kínálataként azonosítunk, valamint az egy főre jutó gázfogyasztást ($\ln\text{GAS}$), ami a helyettesítő termék keresletét, „elérhetőségét” jellemzi. Ezúttal is a változók természetes-alapú logaritmusával dolgozunk, a feltételezett összefüggés az alábbiak szerint írható fel:

$$\ln\text{SO}_2 = f(\ln\text{INC}, \ln\text{FOR}, \ln\text{GAS})$$

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A tűzifafogyasztás becslésének eredményei és értékelésük

A lefuttatott regressziós modell eredményeit a 5. táblázatban látjuk. A napfokszám (*lnHDD*) kivételével minden más eredmény szignifikáns (1 vagy 2 százalékon). Várakozásaink szerint alakult a kapcsolat a fa (*lnPWOOD*) és a földgáz ára (*lnPGAS*) esetén, várakozásainkkal ellentétesen a kereset (*lnEAR*) és a villamos áramár (*lnPPOW*) esetében.

5. táblázat: Az tűzifafogyasztás OLS-becslésének eredményei

Változó	Együttható	Sztd. hiba	P > t
<i>lnEAR</i>	0,64431	0,2561	0,019
<i>lnPWOOD</i>	-1,50401	0,3789	0,001
<i>lnPGAS</i>	1,24254	0,1620	0,000
<i>lnPPOW</i>	-1,25036	0,2093	0,000
<i>lnHDD</i>	0,38270	0,3219	0,247
Konstans	7,90343	3,2169	0,000

Prob > F = 0,000; R² = 0,7724

A háztartási tűzifafogyasztás pozitív kapcsolatban áll a keresettel (*lnEAR*). A növekvő jólét a tűzifa keresletét is megnöveli, ám a jövedelemrugalmasság kisebb egynél, vagyis a jövedelem növekedésével kisebb arányban nő a tűzifa kereslete. A kereset 1 százalékos növekedése 0,64 százalékkal növeli meg a fafogyasztást. Ez ellentmond kezdeti feltételezésünknek, amely szerint a tűzifa hazánkban alsóbbrendű jószág. A növekvő jövedelmek hatására a fogyasztók nem lépnek feljebb az „energialétrán”, hanem többet használnak fel ebből az energiaforrásból. Ez erősíti a dolgozat első hipotézisét (H1). Mivel hazánkban a keresetek növekedése nem serkenti az energiaátmenet ezen szakaszát (sőt tovább fokozza a fatüzelést), a környezet minősége ebből a szempontból sem

bízható pusztán a piaci folyamatokra. Nem elégséges a gazdasági növekedés áldásos hatásait várni, szükségesek jól megtervezett és végrehajtott ösztönzők és korlátok, amelyek egy fenntarthatóbb energiastruktúra kialakítására ösztönzik a fogyasztókat.

Nem tartjuk kizártnak ugyanakkor, hogy egy magasabb jövedelmi szintnél található (majd) egy inflexiós pont, amelyen túl a fa kereslete csökkenni fog az emelkedő jövedelem mellett. Ezen hipotézis teszteléséhez a modellbe illesztettük a jövedelem négyzetes tagját (*lnEAR2*) az esetleges nem lineáris kapcsolat figyelembevételéhez, ami azonban nem hozott szignifikáns eredményt (6. táblázat). Ennek híján ezt a hipotézist nem tudjuk megerősíteni.

6. táblázat: Az tűzifafogyasztás kibővített OLS-becslésének eredményei

	Együttható	Sztd. hiba	P > t
<i>lnEAR</i>	11,26904	11,97234	0,357
<i>lnEAR2</i>	-0,54521	0,6142189	0,384
<i>lnPWOOD</i>	-1,47092	0,3825129	0,001
<i>lnPGAS</i>	1,24075	0,1627577	0,000
<i>lnPPOW</i>	-1,29525	0,2162976	0,000
<i>lnHDD</i>	0,41978	0,3260418	0,211
Konstans	-44,14557	58,72624	0,460

Prob > F = 0,000; R² = 0,7802

A magasabb saját árhoz (*lnPWOOD*) alacsonyabb fogyasztás társul, ahogyan egy közönséges jószág esetén lenni szokott. A kapcsolat iránya megegyezik a vizsgált tanulmányokban kapott kapcsolatok irányával.

A gáz árának (*lnPGAS*) csökkenése csökkenti a fafogyasztást, ami a helyettesítő viszony esetén természetes. Minél magasabb terhet jelent a gázzal való fűtés, annál inkább válik vonzóvá az olcsóbb alternatíva ott, ahol a műszaki adottságok lehetővé teszik a helyettesítést – és fordítva.

A fatüzelés és a villanyár ($\ln PPOW$) közötti kapcsolat negatív, ami a helyettesítővel szemben a két erőforrás közötti kiegészítő viszonyt sejteti. Ezzel együtt rendkívüli óvatossággal kezeljük ezt a megállapítást. A kapcsolat alapja talán a háztartások költségvetése körül keresendő: minél kevesebbet kell költeni a (rövid távon rugalmatlan keresletű) villanyra, annál több marad tűzifára. A jelenség főként a szegényebb háztartásokra lehet igaz, ám ha ezt a feltételezést elfogadjuk, akkor azzal ki is terjesztjük azt a tűzifafogyasztók nagy részére, hiszen az adatok alapján (is) látjuk, hogy a fa elsősorban a szegényebb háztartások fűtőanyaga.

Az árrugalmasságok abszolút értéke nagyobb egynél, ami azt jelenti, hogy a tűzifa iránti kereslet rugalmas mind a saját, mind a kereszt-árrugalmasságok tekintetében. Nevezetesen: a fa saját árának 1 százalékos növekedése 1,5 százalékkal csökkenti a fogyasztást. A gáz árának 1 százalékos növekedése 1,24 százalékkal növeli a fogyasztást, míg a villanyár 1 százalékos emelkedése 1,25 százalékkal csökkenti a keresletet.

Nem találtunk szignifikáns eredményt a napfokszámra ($\ln HDD$) vonatkozóan. Úgy tűnik, a modellezett körülmények mellett a hőmérséklet közvetlenül nem hat a fogyasztásra, annak hatását valószínűleg elnyomják más tényezők.

Mivel az adatsorok logaritmikusan transzformáltak, a regressziós koefficiensek a magyar háztartási fatüzelés rugalmassági együtthatóiként is értelmezhetők. Ez hozzásegít minket a dolgozat második kutatási kérdésének/hipotézisének értékeléséhez, amely a földgáz árának (másként: a tűzifa relatív árának) kiemelt hatásáról szól. Az eredmények szerint nem a földgáz ára rendelkezik a legnagyobb elaszticitással, a vizsgált változók közül nem az gyakorolja a legnagyobb hatást a fa keresletére. Ezen információk tükrében a második hipotézist (H_2) elvetjük. A legnagyobb marginális hatással a tűzifa saját ára rendelkezik: 1 százalékos változás a fa árában 1,5 százalékos változást okoz a fogyasztásban minden egyéb tényező változatlansága mellett.

Eszerint a hatóság a fa árának befolyásolásával képes a legerősebben hatni a fogyasztók viselkedésére, választására. Ez az eredmény összhangban áll számos külföldi szerző megállapításával, akik a saját ár kiemelt szerepére hívják fel a figyelmet munkáikban, például Hiemstra-vander Horst – Hovorka (2008), Kowsari – Zerriffi (2011), Couture et al. (2012), Lillemo – Halvorsen (2013).

A második legerősebb hatással a villany ára bír, 1 százalékos változása a fogyasztásban 1,25 százalékos változást eredményez. Harmadik legnagyobb hatású változónk a földgáz ára, amelynek 1 százalékos változása a tűzifafogyasztás 1,24 százalékos változásával jár. Az eredmény összecseng Leach (1992), Song et al. (2012a) és Karimu (2015) munkájával is, akik az energiaforrás relatív árának fontosságát (is) nyomatékosítják.

Az eredmények kinyerése után megvizsgáljuk, hogy jelentkezik-e autokorreláció, ami rontaná a becslésünk hatásosságát (még ha azt torzítatlannak és konzisztensnek is hagyná meg) (Ramanathan, 2003). Elsőként a Breusch – Godfrey-próbát hajtjuk végre, aminek nullhipotézise szerint nincs autokorreláció. A próba eredményét az 7. táblázat tartalmazza, amely szerint elfogadhatjuk a nullhipotézist.

7. táblázat: A Breusch – Godfrey-próba eredményei

lags (p)	chi2	df	Prob > chi2
1	0,981	1	0,3220

Másodikként a Durbin – Watson-próbát alkalmazzuk. A próba eredménye (d-statisztika = 1,60218) a kritikus felsőérték (1,254) felett áll, így autokorrelációval e szerint sem kell számolnunk.

Ezt követően megvizsgáljuk, hogy teljesül-e a homoszkedaszticitás feltétele. A vizsgálatot White-tesztel végezzük, amelynek eredménye szerint ($\chi^2(20) = 23,98$; $\text{Prob} > \chi^2 = 0,2431$) nem kell heteroszkedaszticitástól tartanunk.

Végül leellenőrizzük, hogy kell-e számolnunk a multikollinearitás jelenségével. Elképzelhető, hogy a vizsgálatba bevont magyarázó változók nem csupán az eredményváltozóra, de egymásra is hatással vannak, így egymás hatását felerősítve megnehezítik/értelmetlenné teszik az egyes magyarázó változók szeparált hatásának vizsgálatát (Kovács, 2008). (A becsléseink ekkor is torzítatlanok, hatásosak, konzisztensek maradnak (Ramanathan, 2003).) A multikollinearitás teszteléséhez a variációs infláló faktorokat (VIF) vizsgáljuk meg. A 8. táblázatban láthatjuk, hogy a fellépő multikollinearitás nem okoz problémát.

8. táblázat: Variációs infláló faktorok a multikollinearitás teszteléséhez

Változó	VIF	1/VIF
<i>lnPWOOD</i>	8,46	0,11825
<i>lnEAR</i>	6,76	0,14797
<i>lnPGAS</i>	5,83	0,17156
<i>lnPPOW</i>	5,58	0,17930
<i>lnHDD</i>	1,46	0,68351
Átlag VIF	5,62	-

3.2. A szemétégetés becslésének eredményei és értékelésük

A modell eredményei közül a legtöbb szignifikáns (1 vagy 5 százalékon). A szignifikánsnak tekinthető regressziós együtthatókat vizsgálva elmondhatjuk, hogy négy a várakozásaink szerint alakult (*lnPOW*, *lnPOPD*, *lnEDU*, *lnCROWD*), kettő azonban nem (*lnFOR*, *lnAGE*). A jövedelemre (*lnINC*), a gázra (*lnGAS*), a háztartások számára (*lnHOU*) és a lakások méretére

(*lnFLOOR*) vonatkozó eredményeink nem szignifikánsak, a változók a modell szerint nincsenek hatással az elszállított hulladék mennyiségére (9. táblázat).

9. táblázat: A szemétegetés robusztus sztenderd hibákkal végzett OLS-becslésének eredményei

Változó	Együttható	Robusztus sztd. hiba	P > t
<i>lnINC</i>	0,0250	0,0342	0,4650
<i>lnFOR</i>	0,0191	0,0066	0,0040
<i>lnGAS</i>	0,0067	0,0061	0,2730
<i>lnPOW</i>	0,1746	0,0338	0,0000
<i>lnPOPD</i>	0,0523	0,0137	0,0000
<i>lnHOU</i>	0,0110	0,0087	0,2060
<i>lnFLOOR</i>	0,0184	0,0859	0,8300
<i>lnAGE</i>	0,0294	0,0146	0,0450
<i>lnEDU</i>	0,0456	0,0190	0,0160
<i>lnCROWD</i>	-0,7111	0,0952	0,0000
Konstans	1,6331	0,6113	0,0080

Prob > F = 0,000; R² = 0,125

Az egyik legfontosabb, a jövedelemre (*lnINC*) vonatkozó hipotézisünk szerint a jólét növekedése csökkenti a törvénytelen étegetést hiszen lehetővé teszi a modernebb, tisztább, egyúttal drágább technológiák használatát. A gazdagabb fogyasztók megengedhetik maguknak, hogy lemondjanak az energia kényelmetlen és koszos forrásairól. Szignifikáns eredmény híján ezt a hipotézist elvetjük, eszerint a jövedelem ma Magyarországon nincsen közvetlen hatással a szemétegetésre. Ezen összefüggések nem erősítik meg a dolgozat harmadik (H3) hipotézisét. Elképzelhető, hogy a jövedelmi hatást sokszorosán írják felül egyéb tényezők, de az is lehet, hogy az

eredményváltozónk – miként erős absztrakciókon alapul – valójában alkalmatlan az összefüggések leképezésére!

A régió erdősültségének mértéke (*lnFOR*) pozitívan hat az elszállított hulladék mennyiségére, ami ellentmond a hipotézisünknek. A jelenség magyarázatául szolgálhat, hogy a nagyobb erdők nagyobb kínálatot jelentenek, ami – minden más változatlansága mellett – csökkenti a tűzifa árát. A helyben elérhető alapanyag a szállítási költséget is alacsonyan tartja, így ezen térségek lakosai nagyobb mértékben képesek a szemét kiváltására a kopárabb térségek lakosainál. A bőséges faanyag egyúttal nagyobb lehetőséget teremt az illegális kereskedelemre és a lopásra is⁸, ami – bár vitatható módon, de – szintén segíti a hulladék helyettesítését. Valószínűleg ezek az okok állhatnak a pozitív kapcsolat mögött.

Miként az eredmény nem szignifikáns, a földgázfogyasztással (*lnGAS*) kapcsolatos hipotézisünket elvetjük. A szemétegetés elméletileg kiváltható földgázzal, azonban úgy tűnik, a gyakorlatban ez nem történik meg.

Ezzel szemben minél több villamos áramot (*lnPOW*) fogyasztanak a háztartások, annál kevesebb szemetet égetnek el. Egy részről a szemétegetés helyettesíthető villamos energiával (hősugárzók, elektromos fűtőtestek, légkondicionálók, hőszivattyúk stb.). Más részről a villanyintenzívebb (jellemzően gazdagabb) háztartásokból gyakorta hiányzik a vegyes tüzelésre alkalmas készülék, így, ha akarnának sem tudnának eltüzelni „bármit”.

Pozitív kapcsolatot találtunk a népsűrűség (*lnPOPD*) esetén is. A sűrűbben lakott, urbánus régiókban található fejlettebb fűtőberendezések (pl. távhőellátás, központi fűtés) korlátozzák a vegyes tüzelés lehetőségét.

⁸ E kérdés strukturált jogi és morális vonatkozásáról már Karl Marx is értekezett az 1842-es Viták a falopási törvényről című dolgozatában.

A háztartások számára (*lnHOU*) és a lakásméretre (*lnFLOOR*) vonatkozó eredmény nem szignifikáns, a változók nincsenek hatással a hulladékégetésre. Ellentmond a kezdeti feltételezésünknek a lakosok kora (*lnAGE*) és az elszállított települési hulladék közötti kapcsolat is. A két változó viszonya pozitív, amire nem találunk jól megalapozott magyarázatot. Egy lehetséges magyarázatnak tartjuk, hogy az idősebb emberek több ruhát vesznek fel, vastagabban öltözködnek, mint sem többet tüzeljenek (Csutora et al., 2018). Elképzelhető, hogy az idősebb generációk gyerekkorában nem volt jellemző a nagy meleg otthon, és azóta sem igénylik azt. Ez is vezethet oda, hogy az idősebbek kevesebbet fűtenek, így kevesebb szemetet is égetnek el a fiatalabbaknál. A pontos okok megértéséhez mélyebb és részletesebb vizsgálatra van szükség.

Eredményeink szerint a magasabb iskolázottság (*lnEDU*) csökkentőleg hat a hulladékégetésre. Ez nem meglepő, hiszen a magasabb képzettséghez általában városias környezet és nagyobb környezettudatosság (Brávác, 2014) is társul.

Igazolódni látszik a feltevésünk miszerint minél több ember él egy háztartásban (*lnCROWD*), annál nagyobb a törvénytelen tüzelés mértéke. Elképzelhető, hogy bár a fajlagos energiaigénye kisebb egy zsúfoltabb háztartásnak, a fogyasztásban nagyobb mértékkel jelenik meg a háztartási hulladék. Ezt okozhatja a szerényebb jövedelmi viszony, amely több és több embert kényszerít egy tető alá, de az eredmény regionális üzenetet is hordozhat. A nagyobb családok, a tradicionális életmód jobbára a vidéki térségek jellemzője. Az itt kialakult hagyományos fűtési kultúra része lehet a háztartási hulladékok eltüzelése is (amik nem is olyan nagyon régen csak természetes anyagokat jelentettek).

Ezúttal is leellenőrizzük, hogy kell-e számolnunk multikollinearitással, a tesztelését a variációs infláló faktorok (VIF) segítségével végezzük el. A 10.

táblázat eredményei alapján láthatjuk, hogy csak gyenge, problémát nem okozó mértékű multikollinearitás jelentkezik.

10. táblázat: Variációs infláló faktorok a multikollinearitás teszteléséhez

Változó	VIF	1/VIF
<i>ln</i> POPD	3,05	0,33
<i>ln</i> HOU	2,73	0,37
<i>ln</i> EDU	2,66	0,38
<i>ln</i> INC	2,56	0,39
<i>ln</i> CROWD	1,73	0,58
<i>ln</i> GAS	1,57	0,64
<i>ln</i> FLOOR	1,52	0,66
<i>ln</i> POW	1,43	0,70
<i>ln</i> AGE	1,23	0,81
<i>ln</i> FOR	1,11	0,90
Átlag VIF	1,96	-

A törvénytelen szemétegetés vizsgálatához alkalmazott második modell eredményeit a 11. táblázat tartalmazza. Ezen becslés eredményváltozója a településenként egy főre jutó kén-dioxid kibocsátás logaritmus. Láthatjuk, hogy az eredmények közül csupán a jövedelemre vonatkozó tekinthető szignifikánsnak (1 százalékon), ami azonban a két változó negatív viszonyát mutatja. Ez ellentmond az első becslés eredményének, és erősíti a harmadik hipotézist, viszont a minta jellege és a nagysága miatt a helyén kell kezelnünk ezt a számítást, komolyabb következtetéseket nem vonhatunk le belőle. Annyi azonban feltételezhető, hogy az adatok nem képeznek egy konzisztens, ellentmondásoktól mentes egészet, ezért az eredményekhez fenntartásokkal kell viszonyulnunk.

11. táblázat: A szemétégetés robusztus sztenderd hibákkal végzett OLS-becslésének eredményei (2)

Változó	Együttható	Robusztus sztd. hiba	P > t
<i>lnINC</i>	-6,0985	1,9934	0,006
<i>lnFOR</i>	-0,2407	0,2937	0,421
<i>lnGAS</i>	0,0593	0,7925	0,941
Konstans	88,3005	27,8066	0,004

Prob > F = 0,0128; R² = 0,4909

4. Következtetések és javaslatok

4.1. Következtetések és javaslatok a tűzifafogyasztás mérséklésével kapcsolatban

A regressziós modellezés eredményei alapján most olyan következtetéseket és javaslatokat fogalmazunk meg, amelyeket érdemes lehet szem előtt tartani a hatósági szabályozások kialakításakor.

A keresetek emelkedése nagyobb fogyasztást von maga után, ám a jólét gyarapodásának korlátozása természetesen nem lehet hatósági célkitűzés. Habár a modellezésünk nem vetíti előre az említett inflexiók pont létét, a kérdés kutatása izgalmas feladat lehet (a jövőben). Amennyiben nyomós érvekkel tudjuk alátámasztani azt, hogy egy magasabb jövedelmi szintről a gazdagodás hatására csökken a faégetés (ahogyan azt a szakirodalom jelentős része mutatja: decoupling, avagy szétválás), úgy egy gondosan kimunkált jövedelem- és adópolitika sikeres eszköze lehet az energiaátmenet gyorsításának, amelyet a kedvező makrogazdasági folyamatok is támogathatnak. Az alsóbb társadalmi osztályoknak kedvező minimálbér-emelés és progresszív személyi jövedelemadó⁹ ebben az esetben segítheti a

⁹ A progresszív, vagy többkulcsos személyi jövedelemadó politika kapcsán komoly harcot vívnak a szabadpiacok, a minimális állami beavatkozás hívei a „megszelídített kapitalizmust”, a jelentős állami beavatkozást támogatók táborával szemben. Míg az előbbieket azzal érvelnek, hogy a többkulcsos adó igazságtalan, mert a gazdagokat, ekképpen a teljesítményt bünteti és közgazdasági értelemben túlzottan nem hatékony, addig az utóbbiak a gazdaság és a társadalom strukturális problémái által okozott igazságtalanságot, esélyegyenlőtlenséget és az egyéni teljesítmény és vagyon közötti szakadékot hangsúlyozzák. Nem áll szándékunkban eldönteni, hogy melyik oldalon van igaz, ez egy nagyon összetett kérdés, ami éppen úgy igényel empirikus kutatásokat a közgazdaságtan vagy a szociológiai területéről, mint amennyire az egyén világnézeti, vallási, erkölcsi tulajdonságairól is szól. A progresszív jövedelemadó lehetőségével egyetlen dologra kívánjuk felhívni a figyelmet: a szegényebb

tisztább technológiák terjedését, így a levegő tisztulását is. A gondolat alapja az, hogy a háztartásokat állami beavatkozásokkal kell segíteni abban, hogy magasabb hatékonysággal hasznosítsák a fűtőanyagokat, és hogy (akiknél ez reális, ésszerű döntés) a faalapú technológiát tisztább alternatívával helyettesítsék. Mindkét intézkedés csökkenti a levegő szálló portartalmát. A többkulcsos személyi jövedelemadó lehetővé teszi, hogy a szegényebb fogyasztók jövedelméből az állam csak egy viszonylag - az egykulcsos alternatívához viszonyítva - kicsi részt vonjon el. Vagyis, ha úgy tetszik, ez egy fajta inverz formája az állami támogatásnak: az állam több pénzt hagy meg az embereknek. A progresszív jövedelemadó politika hatására az emberek zsebében több pénz marad, amit felhasználhatnak például a lakás szigetelésére (nyílászárók cseréje, falak beborítása szigetelő anyaggal), vagy a fűtőberendezés korszerűsítésére, cseréjére. Ez utóbbi lehetőség jelenti a tisztább technológiák terjesztését: régi fakazán helyett új, jobb hatásfokú beszerzése, faalapú technológia gázalapúra való cserélése, napkollektorok és/vagy hőszivattyú beszerzése stb.

Bár az eredmények szerint a fa saját árának emelése csökkenti a keresletét, mivel annak elsődleges fogyasztói a szegényebb emberek, nem tanácsos az áremelés semmilyen formája. Nem pusztán méltányossági és igazságossági szempontok miatt lenne elfogadhatatlan, de a megnövekedett költségteher fokozhatja az illegális szeméttégetést és a falopást is, amelyek mind a kitűzött környezetvédelmi célok ellen hatnak.

A földgáz árának csökkentése (alacsonyan tartása) racionális megoldás, hiszen az vonzóbbá válik így, s a lokális környezeti hatásit tekintve biztosan fenntarthatóbb bármely szilárd tüzelőanyagnál, hiszen nem jár együtt szálló

embereknek maradó nagyobb pénzösszegre, ami elméletileg könnyedén vezethet tisztább hőenergia-felhasználáshoz.

porkibocsátással. Magyarország esetén nem csupán a termék adótartalmával, de annak hatósági árával is operálhat a szabályozó (rezsicsökkentés). A földgáz népszerűsége közvetetten, például a kínálatát biztosító vezetékhálózat terjesztésével, a bekötési költségek mérséklésével csakugyan fokozható. E tekintetben viszonylag kevés „üres tér” áll rendelkezésre, mivel a gázvezetékkel való településarányos lefedettség 91,2 százalékos (KSH, 2020), s 2017. július elsejétől a lakossági közműcsatlakozások díjmentesek (Miniszterelnökség, 2017). A fogyasztás közvetett ösztönzésének tekinthető a fix költségek csökkentése is, gondolunk itt például a gázkészülékek vásárlásának támogatására, forgalmi adójuk mérséklésére. Speciálisabb formája a gázfogyasztás ösztönzésének a gázártámogatás. Mivel a gázárcsökkentés egyformán érint minden gázfogyasztót (lásd a rezsicsökkentést és annak anomáliáit az értekezés 23. lábjegyzetében az 55. oldalon), és mivel a gázt nagyobb mennyiségben fogyasztó emberek a társadalom gazdagabbik feléhez tartoznak, valószínűsítjük, hogy a beavatkozás ezen formája környezetvédelmi szempontból nem olyan hatásos, mint a gázártámogatás. Mivel a gázártámogatáshoz vezető eljárásrendszer lehetővé teszi, hogy egyedileg döntsenek a támogatottakról ismerve azok szocioökonómiai tulajdonságait, így azt gondoljuk, hogy a beavatkozás ezen formája jobban irányítható azokra a helyekre, ahol arra a legnagyobb szükség van, vagyis az energiaátmenethez túl szegény háztartásokhoz. Általánosságban azt mondhatjuk, hogy feltehetően az a beavatkozási forma bizonyul környezeti szempontból hatásosabbnak, amelynek nagyobb része irányítható oda, ahol a támogatás az emisszióra gyakorolt negatív marginális hatása a legnagyobb. Érdeemes azonban látnunk azt is, hogy a gázártámogatások tranzakciós költsége az egyedi elbírálás miatt jelentős, és társadalmi feszültségeket is okozhatnak („ki részesül támogatásban, ki nem...?”).

A marginális hatások mértéke alapján fontos tényező a villamos energia ára, viszont ahogyan már utaltunk rá, érdemes óvakodva kezelni a fával való kapcsolatát. A regressziós együttható alapján a magasabb villanyár alacsonyabb fafogyasztással párosul, ám az ebből következő adó- és/vagy hatósági áremelés felvetésekor ismét méltányossági és igazságossági korlátokba (is) ütközünk.

Természetesen a tűzifafogyasztást számos más, nem piaci tényező is befolyásolja, amiket a jelen elemzésben mellőztünk. Tettük ezt azért, mert egy viszonylag rövid idősor állt a rendelkezésünkre (28 megfigyelés), fontos lenne azonban a mintát más változókkal kibővíteni, a továbbiakban erre teszünk néhány javaslatot. Bevonhatnánk a vizsgálatba a legfontosabb helyettesítő termék elérhetőségét biztosító infrastruktúrának a méretét, a kiterjedtségét (Karimu, 2015), ekképpen számításba vennénk a vezetékes gázzal ellátott települések összes településhez viszonyított arányát. Hiába ugyanis a kellő vásárlóerő és a szándék, ha a technikai feltételek (avagy a gázvezetékek hiánya) nem teszik lehetővé a földgáz használatát. Úgy véljük, jelentősen meghatározza a fa iránti keresletet a fogyasztó lakóhelyének urbanizáltsága is. Ez a hatás legalább két oldalról is érvényesülhet. Egyfelől hat a tűzifa keresletére az erdők közelsége. Minél könnyebben elérhető, minél bőségesebb a kínálat és alacsonyabb a szállításra fordítandó költség, annál vonzóbb a termék a fogyasztók számára. Mivel a községek általában szorosabb „viszonyban” állnak az erdőkkel, feltételezhetjük, hogy az urbánus körülmények között élő emberek aránya fordított kapcsolatban áll a felhasznált tűzifa mennyiségével. Másfelől a városias településeken elterjedt modernebb energiaforrások és fűtőberendezések csökkentheti a tűzifa felhasználhatóságát/vonzerejét, ezért az előbbi kapcsolatot e tekintetben is valószínűsítjük. A lakások energiahatékonysági állapota és a fogyasztás között negatív kapcsolatot prognosztizálunk. A lakások energiahatékonyságát például

az egységnyi napfokra vetített összes energiafelhasználással mérhetjük (Schueftan et al., 2016). Fontos tényezőként kerülne a vizsgálatba az iskolázottság szintje (Karimu, 2015; Rahut et al., 2016), amely a felsőoktatásban tanulók teljes népességhez viszonyított arányával jól leképezhető. A magasabb iskolai végzettséghez jellemzően magasabb jövedelem és városias környezet is párosul, valamint azt nagyobb tudatossággal is kapcsolatba hozzuk, amelyek mind a csökkenő fafogyasztás irányába hatnak. Számos további változó szóba jöhet még, de már ez a néhány is jól mutatja, hogy a vizsgálat kereteit könnyedén kibővíthetjük ki természeti, társadalmi és műszaki tényezőkkel – az elmélet szintjén biztosan.

Érdemesnek látjuk a jövőben egy településszintű keresztmetszeti adatokon alapuló elemzés elkészítését is. Az eltérő szemléletű kutatások eredményeinek összevetésével alaposabb képet kaphatunk a vizsgált területről. Ehhez azonban olyan adatokra van szükség, amelyek jelenleg nem állnak rendelkezésre. Ez tehát egy kérés is a hatóságok felé, ami a kutatáshoz szükséges adatok felvételéről és közzétételéről szól.

További lehetőségként tekintünk egy panel regressziós elemzésre, hiszen régióink több országában (pl. Szlovákia, Szerbia, Lengyelország) hasonlóan elterjedt a tűzifa-felhasználás. Egy ilyen kiterjesztéssel vizsgálva a problémát sokkal megbízhatóbb eredményeket lehetne elérni, azonban ehhez szükséges előtte alaposan megismernünk az országok energiapolitikájának idevonatkozó elemeit, statisztikai és adatközlési történelmét¹⁰.

¹⁰ Gondoljunk csak a radikális statisztikai változtatásra a hazai megújuló energiafogyasztást illetően: Mezösi et al., 2017

4.2. Következtetések és javaslatok a törvénytelen lakossági szemétegetéssel kapcsolatban

Az OLS-becslés eredményeiből most olyan következtetéseket vonunk le, amik segíthetik az állami beavatkozások megtervezését. A vizsgált tényezők közül a legnagyobb marginális hatást a száz háztartásra jutó személyek száma okozza (-0,71). Eszerint a kevésbé zsúfolt lakások kevésbé hajlamosak az illegális tüzelésre. Ahhoz, hogy ehhez kapcsolódó hatósági intézkedést fogalmazhassunk meg, a dolgok mögé kell látnunk. A nagyobb családméret önmagában értelmezhetetlen jelenség, annak egyik fő okozója a szegénység, a másik a tradíciók megtartása lehet. Állami beavatkozás szempontjából az előbbi releváns. A zsúfoltság csökkentésében és az energiaátmenet fokozásában is nagy szerepe lehet a jövedelemnek. A bérnövekedést elősegítő, jól megtervezett, méltányos és hatásos gazdaságpolitika, szociál- és fiskális politika iránti igény így minden pillanatban aktuális, jogos követelés. Ezen eszközök sikeres implementálásával közvetett módon változtatható meg a fogyasztók magatartása, javítható a környezet minősége.

Második legnagyobb hatású változónk a villamos energia-fogyasztás (0,18). Ha a háztartások több villanyt tudnának fogyasztani, csökkenthetnék a szemétegetést. A fogyaszthatóságot lehetővé tevő vezetékhalózat az ország minden településére kiterjed, így ezen a téren további mozgástér nincs (KSH, 2019). A áramár csökkentése, alacsonyan tartása, s közvetett módon a jövedelemek növekedésének segítése is a magasabb fogyasztáshoz, ekképpen tisztább környezethez vezethet.

Jelentős hatást gyakorol a fogyasztók választására a népsűrűség (0,05) és az iskolázottság is (0,05). Mindkét változó átlagos értéke magasabb a városokban, így az – önmaguktól dinamikusan zajló – urbanizációs folyamatok jó irányú változásokat hozhatnak a témánk szempontjából. Emellett fontos szerepe lehet a tudást, tudatosságot gyarapító kampányoknak,

műhelybeszélgetéseknek is. Ennek első lépéseként fontos lenne felmérni, hogy milyen információk vannak a fogyasztók birtokában a tüzelés környezeti minőségre és emberi egészségre gyakorolt hatásáról.

A jövedelemre vonatkozó hipotézisünket elvetettük, vagyis nem elegendő a probléma megoldását a szerencsés gazdasági helyzetre, a növekvő jólétre, a szabad piacokra és társadalmi folyamatokra bízni, szükség van állami szerepvállalásra is az előnyös folyamatok élénkítése céljából. A modellezés második legfontosabb hipotézise hamisnak tűnik, ám számos fontos dologra irányítja figyelmünket: úgy tűnik, hogy a bőséges faanyaggal ellátott térségekben a szemétegetést fával válthatják ki. Ha az „energialétra” modell hierarchikus rendje szerint gondolkozunk, ez logikus feltételezés. Tehát, ha képesek vagyunk a magasabb rendű energiaforrás elérhetőségét növelni, a fogyasztók maguktól váltanak a környezetet és az egészségüket is kímélőbb alternatívára. Az illegális tüzelés csökkentéséhez jó eszköz lehet a tűzifa árának csökkentése, amivel mérsékelni tudjuk a toxikus anyagok légkörbe kerülését, ám könnyen lehet, hogy a szálló poremissziót jelentősen megnöveljük így. A biomassza-égetés okozta porszennyezés csökkentéséhez egy hipotetikus eszköz lehet a vezetékes gáz árának csökkentése. Ennek használatával szilárd részecskék nem jutnak ugyan a levegőbe, de az üvegházhatású gázok kibocsátása megnövekszik.

A helyzet összetettségét számos további példával érzékeltethetnénk, azonban már ez a néhány gondolat kísérlet is azt sugallja, hogy egy több tudományterületen átívelő kérdéssel állunk szemben, ami nem nélkülözheti a különféle szempontok bevonását az állami beavatkozások kialakításakor. Mind regionálisan, mind a társadalom vertikális rétegződése szerint más és más stratégiák lehetnek szükségesek, így több különböző vizsgálatra van szükség. A mennyiségi vizsgálatok mellett minőségi, a puhább információkat megragadni képes kutatásokkal (kérdőívek, mélyinterjúk) érthetjük meg

igazán az egyes fogyasztói csoportok magatartását és fűtési szokásait. Az ilyesféle sajátosságok feltárása fontos feladat, így tudjuk csak elérni, hogy a társadalmat ne egy homogén masszaként kezeljük, s a leghatásosabb politikát szabhassuk az egyes csoportokra.

Végül még egyszer felhívjuk a figyelmet arra, hogy a modellünk eredményváltozója - az „el nem égetett” szemét - nagyon erős absztrakciók mellett állja csak meg a helyét. Eredményeink erősen torzíthatnak, azonban jobb adat nélkül nem tudtunk másként eljárni. Ismerve a téma jelentőségét, látva kutatásunk eredményeit fontos volna mielőbb biztosabb adatokhoz jutnunk, amikkel pontosabb becsléseket tudunk elvégezni. Ezt támasztja alá a második modellünk eredménye is, amely a településenkénti kén-dioxid koncentrációt negatív kapcsolatba hozta a jövedelemmel. Ez ellentmond az első modell eredményének, ami szerint a jövedelem nincs közvetlenül hatással a törvénytelen hulladékégetésre, de az elemzett minta jellege és nagysága miatt nem állíthatunk többet annál, minthogy az adatok megbízhatósága kétséges, ezért indokolt a jelenséget egy jobb adatbázissal is megvizsgálni.

4.3. Szabályozási hasonlóságok és különbségek

A 12. táblázatban a hatásuk erőssége (elaszticitások) alapján összegeztük a két elemzés szignifikáns magyarázó változóit. Az eredményeink tükrében (a vizsgált változókat figyelembevéve) azt mondhatjuk, hogy a tűzifafogyasztás csökkentése a fa saját árának, a villany és a legfontosabb helyettesítő termék, a földgáz árának a szabályozásával érhető el a leghatásosabban. (Ahogyan korábban már jeleztük, a saját ár és a villanyár szabályozását, egészen pontosan növelését, nem tekintjük valódi lehetőségnek, mert az tovább rontaná az amúgy is hátrányos helyzetű fogyasztók jólétét.) Az illegális szemétegetés terén a családméretet, a villanyfogyasztást (-árat), a népsűrűséget (urbanizációt) és az iskolázottságot érintő szabályozásokkal érhetjük el a

céljainkat a leghatásosabban. (Ez esetben a családméretet közvetlenül érintő politikával nem foglalkozunk, hiszen annak a szigorú értelemben vett célja a családok méretének csökkentése lenne, ami nyilvánvalóan nem lehet kormányzati cél.)

A szakirodalomban és az elméleti modelljeinkben kiemelt szereppel felruházott jövedelem egyik erőforrás esetén sem rendelkezik a várt hatással. A jövedelem energiaátmenetre gyakorolt hatását nem tudtuk kimutatni oly módon, ahogyan azt mások eredményei sugallják. A fa esetén a pozitív koefficiens, a háztartási hulladék esetén a szignifikáns eredmény hiánya azt mutatja, hogy az „energialétra” mechanizmusa működésképtelen. A jólét növekedése a fa felhasználását növeli, viszont az illegális hulladékégetésre nincs hatással. Az az a jövedelmek emelkedése – minden más tényező változatlansága mellett – nem csökkenti egy csapásra a két tüzelőanyag fogyasztását, mindkét esetben más területekre kell koncentrálnunk.

A fa saját árának emelkedése csökkenti a fatüzelést, viszont mivel megnehezíti a szemét fával való kiváltását, még fokozhatja is az illegális égetéseket. Ezen a téren érdemes lehet a fogyasztókat külön csoportokba sorolni látva a tűzifa árának folyamatos emelkedését (KSH, 2020). A leghátrányosabb helyzetű háztartások részére biztosíthatunk ingyenes/kedvezményes árú tűzifát, amivel képesek lehetnek a szemét (legalább egy részének a) kiváltására, így az emelkedő árak mellett sem romlik a környezet állapota. A jobb anyagi körülmények között élők csoportját a fa modernebb (és tisztább) energiaforrással való helyettesítésére ösztönözheti az egyre csak növekedő ár.

Gondolkozhatunk az indirekt hatásokat okozó tényezőkről is, mint például a városiasodottság és az iskolázottság fokáról. Az eredményünk azt mutatja, hogy a szemétégetést csökkentik az urbánus körülmények (magasabb népsűrűség) és az iskolázottság. A tűzifa esetén nem tudtuk vizsgálni ezeket a változókat, de valószínűsítjük, hogy az erdőktől távol(abb) eső városias

környezet növelheti a fa árát a hosszabb szállítási utak és a szűkösebb kínálat révén, ami csökkenti a fogyasztást. A városokban és a magasabb képzettség okán megszerezhető magasabb jövedelem ugyan növeli a fa keresletét, ám a városi lakásokba beszerelt gázkazánok, így a gázfogyasztást elősegítő tényezők a fa helyettesítésére ösztönözhetnek (kényszeríthetnek).

A gáz árának csökkentése (és feltehetően minden olyan körülmény, ami vonzóbb alternatívává teszi a földgázt) serkenti a gázfogyasztást, ami által csökken a tűzifa kereslete. A gázfogyasztás (ekképpen a gázárpolitika) viszont a szemétegetésre nincs hatással.

A villany árának csökkenése növeli a tűzifafogyasztást és csökkenti a szemétegetést. Ahogyan már utaltunk rá, az eredmény ellenére kellő óvatossággal kezeljük a fa és a villany kapcsolatát, ám még ha erős is a kapcsolat, a villany árának növelése (hasonlóan a tűzifa árának növeléséhez), nem valós beavatkozási lehetőség.

12. táblázat: A tűzifa- és a szemétegetésre ható változók az elaszticitások erőssége és a hatásuk iránya alapján

Változók hatásának erőssége	Tűzifa	Szemét
1.	Faár (-)	Családméret (+)
2.	Villanyár (-)	Villanyfogyasztás (-)
3.	Gázár (+)	Népsűrűség (-)
4.	Kereset (+)	Iskolázottság (-)
5.	-	Életkor (-)
6.	-	Erdősültség (-)

Összességében azt mondhatjuk, hogy még ha vannak is különbségek a két energiaforrás terén, mindkettőre vonatkozóan igaznak tűnik, hogy a felhasznált

mennyiségük nem csökken a fokozódó jólét hatására, ám a városiasodást és a modern (a helyettesítést lehetővé tevő) energiahordozók fogyasztását támogató politika révén igen. Ezek az eredmények a dolgozat negyedik hipotézisét (H4) erősítik, amely szerint bizonyos tényezők hasonlóan hatnak a fafogyasztásra és a törvénytelen szeméttégetésre, így szabályozásukkal mindkét területen sikereket érthetünk el. Természetesen a hipotézis „tökéletes” értékeléséhez további változók biztos rendelkezésre állása és elemzésbe való bevonása szükséges, ami újabb vizsgálatokhoz jelöl ki irányokat. Ezen adatok birtokában vethetők csak össze nagy biztonsággal a két modell eredményei, s vonhatunk le azokból biztosabb következtetéseket.

5. Új kutatási eredmények

Az alábbiakban a dolgozat azon elemeit mutatjuk be, amelyek újszerűvé teszik az elvégzett kutatást, illetve annak eredményeit.

A kutatás újdonságát egy részről az adja, hogy az általunk használt módszerrel és adatokkal nem végezték még el a háztartási tűzifa-felhasználás mikroökonómiai szempontú elemzését hazánkban. Beazonosítottuk a fatüzelésre ható fontos tényezőket, és meghatároztuk a kapcsolatok irányát, erősségét. Szintén újszerűnek tekinthető a törvénytelen háztartási szemétegetés közgazdasági szempontú vizsgálta az általunk épített modellel és a felhasznált változókkal. Tudomásunk szerint ezt a problémát sehol sem vizsgálták még az általunk alkalmazott megközelítéssel.

Az eredményeink alapján megállapítható, hogy az „energialétra” modellje nem érvényesül Magyarországon. Az elemzésünk szerint nem a kereset a fafogyasztást legnagyobb mértékben magyarázó változó. Sőt, a pozitív kapcsolat azt mutatja, hogy a növekedése maga után vonja a kereslet növekedését. A szemét esetében nem találtunk szignifikáns kapcsolatot a jólétre vonatkozóan. A háztartások gazdagodása tehát nem vezérli az energiaátmenetet, ekképpen nem javít a levegő minőségén. A témánk szempontjából nem elégséges a gazdasági növekedés áldásos hatásait várni, szükségesek jól megtervezett és végrehajtott ösztönzők és korlátok, amelyek egy fenntarthatóbb energiafelhasználás irányába mutatnak. Válaszolva az első kutatási kérdésünkre mondhatjuk, hogy növekvő keresetek mellett sem „dőlhünk csak hátra”, szükséges az állami beavatkozás a levegő minőségének javítása, így az emberek egészségének védelme érdekében.

Csakugyan újszerű eredménynek tekinthető azoknak a területeknek az azonosítása, amelyekbe való beavatkozással hatásosan csökkenthető a lakossági fatüzelés/szemétegetés mértéke. A fa esetében a földgázár csökkenését elősegítő politikáknak lehet a legnagyobb gyakorlati jelentősége,

(de nem szabad megfeledkeznünk olyan fontos változóról, amelyek jelentős hatással és gyakorlati jelentősége bírnak, ám nem kerültek bele az elemzésbe). A szemétegetés hatásosan csökkenthető a villanyár csökkentése, az urbanizáció és a képzettség fokozása révén, ugyanakkor ismételten felhívjuk a figyelmet a modellben alkalmazott eredményváltozóra, hiszen az durván leegyszerűsítheti a valóságot, ami torz eredményekhez vezethet.

Röviden azt mondhatjuk, hogy habár vannak különbségek a két energiaforrás terén, mindkettőre igaz, hogy a felhasznált mennyiségük csökkenthető a városiasodást és a modern, helyettesítő energiahordozók fogyasztását támogató politika révén, ám csupán a jövedelmek emelkedésével nem.

Munkánkkal arra is rávilágítottunk, hogy ezen területek vizsgálatához szükséges adatok nagyon szűkösön, sőt olykor sehogy sem állnak rendelkezésre. Miként igen komoly problémákról van szó, fontos lenne mielőbb egy megbízható, széleskörű adatbázis létrehozása, amellyel különféle tudományterületek kutatói vizsgálhatnák az összefüggéseket.

6. A disszertáció témaköréből megjelent publikációk

Csuvar, A., Barna, R. (2020). Econometric Analysis of Residential Trash Incineration Based on Cross-Sectional Data. *European Research Studies Journal*, 13(4), 771–784.

Csuvár, Á. (2020). A háztartási tűzifafelhasználás ökonometriai modellezésének indokoltsága és lehetséges megközelítése. *Gazdálkodás*, 64(1), 13–55. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/31194466>

Nagy, B., Horváthné Kovács, B., Csuvár, Á., Titov, A. (2020). Multivariate model for the usage of renewable energies in a rural area. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 9(1), 19–22. <https://doi.org/10.2478/vjbsd-2020-0004>

Csuvár, Á. (2019). The Justification and Possible Approaches to Econometric Modelling of Households' Firewood Usage. In D. Koponicsné Györke & R. Barna (Szerk.), *Abstracts of the International Conference on Sustainable Economy and Agriculture* (o. 50). Kaposvár University. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/31124708>

Csuvár, Á. (2019). Háztartások tűzifafogyasztásának változása az „energialétra” hipotézis tükrében. *GAZDÁLKODÁS*, 63(4), 15–324. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30785579>

Csuvár, Á., Horváthné Kovács, B., Nagy, B., Titov, A. (2019). Alternative Wood Usage in a Potential Agroforestry Area. In D. Koponicsné Györke & R. Barna (Szerk.), *Abstracts of the International Conference on Sustainable Economy and Agriculture* (o. 28). Kaposvár University. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/31124683>

Csuvár, Á. (2018). Hungarian households' biomass and natural gas consumption in the context of the “energy ladder” hypothesis. In V. Varjú (Szerk.), *Socio-economic, environmental and regional aspects of a circular economy* (o. 84). MTA KRTK RKI Transdanubian Research Department. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3385676>

Csuvár, Á. (2017). A földgáz és a tűzifa harca a magyar vidék életében. In M. Bodor, S. Kerekes, & G. Zilahy (Szerk.), *„Jót s Jól! ”: 26 tanulmány a fenntarthatóságról* (o. 163–168). Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3341963>