

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

CSUVÁR ÁDÁM

**SZENT ISTVÁN EGYETEM KAPOSVÁRI CAMPUS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

2021

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

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Szakirodalmi áttekintés a hazai adatok vonatkozásában	11
2.1. A lakásfűtés fenntarthatósági dilemmái.....	11
2.2. A tűzifa-felhasználás népegészségügyi problémákhoz való hozzájárulása	17
2.3. A fa, mint nem megújuló energiaforrás?	22
2.4. Törvénytelen szemétegetés a szilárd tüzelés kontextusában	23
2.5. Az „energialétra” hipotézis: háztartások tüzelőanyag-felhasználása a jövedelem változása szerint.....	29
2.6. A lakossági tűzifafogyasztás ökonometriai modellezésének megjelenése a szakirodalomban	50
3. A fa- és szemétegetés vizsgálata többváltozós lineáris regressziós modellek segítségével (Anyag és módszer).....	60
3.1. A modellezés eltérő irányú megközelítései: top-down és bottom-up módszerek.....	60
3.2. Többváltozós lineáris regressziós modell alkalmazása a tűzifafogyasztással kapcsolatos összefüggések feltárásához.....	63
3.3. Többváltozós lineáris regressziós modell alkalmazása a szemétegetéssel kapcsolatos összefüggések feltárásához	68
4. Eredmények és értékelésük	76
4.1. A tűzifafogyasztás becslésének eredményei és értékelésük	76
4.2. A szemétegetés becslésének eredményei és értékelésük	81
5. Következtetések és javaslatok	86

5.1. Következtetések és javaslatok a tűzifafogyasztás mérséklésével kapcsolatban	86
5.2. Következtetések és javaslatok a törvénytelen lakossági szemétegetéssel kapcsolatban.....	91
5.3. Szabályozási hasonlóságok és különbségek	93
6. Új, illetve újszerű tudományos eredmények.....	97
7. Összefoglalás	99
8. Köszönetnyilvánítás	102
9. Irodalomjegyzék	103
10. A disszertáció témaköréből megjelent publikációk.....	117
11. A disszertáció témakörén kívül megjelent publikációk.....	119
12. Rövid szakmai önéletrajz.....	123

Ábrajegyzék

1. ábra: A fűtési energiahordozó-választás lehetetlenségi háromszöge	16
2. ábra: A magyar erdők élőfakészletének (ezer m ³) és területének (ha) változása, 2008 – 2018	22
3. ábra: Az „energialétra” hipotézis sematikus ábrázolása néhány energiahordozóval	31
4. ábra: Magyar lakások megoszlása a fűtés módja szerint jövedelmi tizedenként (%), 2018.....	33
5. ábra: Magyar lakások megoszlása a fűtés módja szerint a település mérete alapján (%), 2018.....	34
6. ábra: Az átlagos kereset (Ft) és a lakossági tűzifafogyasztás (toe) alakulása Magyarországon, 1990 – 2018	36
7. ábra: A tűzifa árának (Ft/100 kg) és lakossági fogyasztásának (toe) alakulása Magyarországon, 1990 – 2018	39
8. ábra: A tűzifa és a földgáz ár-jövedelem indexének alakulása 1990-es bázison, 1990 - 2018.....	41
9. ábra: A magyar lakossági földgáz- és tűzifa-felhasználás alakulása (toe), 1990 - 2018.....	42
10. ábra: A magyar lakásállomány megoszlása a fűtés módja szerint (részlet; %), 2007 - 2018	43
11. 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	70
12. ábra: Egy főre jutó elszállított hulladék településenként az országos átlaghoz mérten (bal); erdőszültség mértéke településenként az országos átlaghoz mérten (jobb) (piros/kék: országos átlag feletti/alatti mennyiség), 2011	71

Táblázatjegyzék

1. táblázat: A háztartási tűzifafogyasztásra ható tipikus területek és az azokba való beavatkozás lehetséges módjai	59
2. táblázat: A tűzifafogyasztás elemzéséhez használt változók rövidítése, meghatározása és forrása	66
3. táblázat: A tűzifafogyasztás elemzéséhez használt változók leíróstatisztikai	67
4. táblázat: A szemétegetés elemzéséhez használt változók rövidítése, meghatározása és forrása	73
5. táblázat: A szemétegetés elemzéséhez használt változók leíróstatisztikai	74
6. táblázat: Az tűzifafogyasztás OLS-bebecslésének eredményei	76
7. táblázat: Az tűzifafogyasztás kibővített OLS-bebecslésének eredményei	77
8. táblázat: A Breusch – Godfrey-próba eredményei	79
9. táblázat: Variációs infláló faktorok a multikollinearitás teszteléséhez	80
10. táblázat: A szemétegetés robusztus sztenderd hibákkal végzett OLS-bebecslésének eredményei	81
11. táblázat: Variációs infláló faktorok a multikollinearitás teszteléséhez ...	84
12. táblázat: A szemétegetés robusztus sztenderd hibákkal végzett OLS-bebecslésének eredményei (2).....	85
13. táblázat: A tűzifa- és a szemétegetésre ható változók az elaszticitások erőssége és a hatásuk iránya alapján.....	95

1. Bevezetés

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

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

az általuk olcsóbbnak vélt energiahordozóra válhatnak, még ha a 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_korai_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-szennezei-legjobban-a-levegot.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 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 tudásunk szerint hazánkban nem vizsgálták még ezeket a kérdéseket ezen a módon, az általunk felhasznált adatokkal (különösen igaz ez a vizsgálatunk közgazdaságtudományi jellegére).

4) <https://www.origo.hu/tudomany/20191021-tilos-es-veszelyes-a-hulladekegetes-megis-sokan-teszik.html>

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

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. Szakirodalmi áttekintés a hazai adatok vonatkozásában

2.1. A lakásfűtés fenntarthatósági dilemmái

2018-ban az Európai Unióban elfogyasztott összes energia 19 százaléka származott megújuló forrásokból. Ha az elfogyasztott megújuló energia szerkezetét vizsgáljuk, láthatjuk, hogy legnagyobb részét, közel 65 százalékát a szilárd biomassza-felhasználás adja (Eurostat, 2020). Ez elsősorban tűzifát jelent, és a háztartások fűtésében kap szerepet, a fűtésre használt összes megújuló energia döntő hányadát ez adja. Az ipari felhasználás esetében sincs ez másképp, a rendelkezésre álló egyéb, érett technológiák ellenére a legelterjedtebb megújuló energiaforrás szintén a biomassza (Európai Bizottság, 2016).

A biomassza-felhasználás a magyar piacot is elsöprő fölényrel uralja (Janiszewska - Ossowska, 2020). A hazánkban elfogyasztott összes megújuló energia 88 százaléka származott biomasszából, 77 százaléka szilárd biomasszából 2018-ban (MEKH, 2020). A biomassza magas részaránya elsősorban a háztartások hagyományos tűzifa felhasználásából adódik, és nem célzott támogatások hatására ölt ekkora méretet. A tűzifát világszerte még mindig leginkább főzésre és fűtésre használják, modernebb hasznosítása nagyon lassan terjed (Popp, 2013). Habár korábban úgy tűnhetett, a biomassza Magyarország egyik legfontosabb megújuló energetikai lehetőségét jelenti (Magda, 2011; Popp, 2013), támogatottsága mára sokat veszített a súlyából. „A kérdéshez az eddigitől jelentősen eltérő és komplex szemléletben kell közelíteni, és minden kapcsolódó (technológiai, szervezési, üzleti, társadalmi, szabályozási) terület innovatív megoldásokat igényel.” - írja tanulmányában Dinya László (2018, old.: 1186-1187.), majd folytatja: „...az igen változatos bioenergetikai technológiák jelentős része életciklus-elemzés alapján

korántsem környezetbarát. A biomassza kifejezetten energiacélú előállítását nem gondoljuk preferálni, ellenben a biomassza előállításakor (és általában az emberi tevékenység során) keletkező melléktermékek energetikai hasznosítását feltétlenül.” A melléktermékek hangsúlyozása annál is inkább releváns, tekintve, hogy a termőföldön és az erdőkben főtermékként előállított biomassza sokkal magasabb hozzáadott értékű áruvá is válhat, minthogy csupán tüzelőanyagként a kályhában végezze. Felismerve mindezt, az Európai Unió is felülírta a biomasszával kapcsolatos korábbi, meglehetősen támogató álláspontját (Dinya, 2018).

Ha szektorális bontásban tekintünk a hazánkban felhasznált összes energiára, látjuk, hogy annak legnagyobb részét (2018-ban 33 százalékát) a lakosság hasznosítja (KSH, 2020). Ebből a legnagyobb, 72 százalékos³ részesedéssel a fűtési célú fogyasztás bír (MEKH, 2020). Vagyis kulcsfontosságú, hogy a háztartások fűtésienergia-felhasználása a lehető legközelebb kerüljön az optimálishoz. De miként értelmezhető az energiával való gazdálkodás optimális volta?

Ha az Európai Unió energiapolitikájának három alappillérét⁴ vesszük alapul, tömören, némi precizitást mellőzve a következő általános válaszokat adhatjuk:

- 1) Fenntarthatóság: az energia ellátásiláncának minden eleme legyen harmóniában a természettel, s törekedjen a minimális (optimális⁵) károkozásra;

³ Részletesebb információkért lásd: Eurostat, 2020a

⁴ Lásd bővebben: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52010DC0639R%2802%29:HU:HT ML>

⁵ A főáramú (neoklasszikus-alapú) közgazdasági elmélet szerint a természet optimális mértékben károsulhat. Ez azt jelenti, hogy az energiaellátás optimális nagyságú külső

- 2) Ellátásbiztonság: a hasznosított energiahordozók helyi forrásból és/vagy jól diverzifikált importból származzanak, hogy folyamatosan, megfelelő mennyiségben és minőségben rendelkezésre álljanak;
- 3) Versenyképesség: az energia ára legyen megfizethető és kiszámítható.

Ha tüzetesebben szemügyre vesszük a lakossági fűtés jellemzőit és következményeit, számos olyan ténnyel szembesülünk, amely a változtatás igényét kelti fel bennünk. A teljesség igénye nélkül vegyünk sorra néhány ilyen körülményt az energiahordozók és az energiahatékonyság területéről:

- A háztartások fűtéséhez a legnagyobb mennyiségben hasznosított energiahordozó a földgáz (56% (MEKH, 2020)). E gáz ~80 százaléka egyetlen országból, Oroszországból származik (IEA, 2017), amely aggályokat vethet fel az ellátás biztonsága terén.
- A földgáz elégetése során felszabaduló üvegházhatású gázok hozzájárulnak a globális éghajlatváltozás erősítéséhez.
- A háztartások második legfontosabb hőenergia-forrása a biomassa (valamivel kevesebb, mint 32 százalékos részesedéssel (MEKH, 2020)), amely nagy részben hagyományos tűzifa-felhasználást jelent (Csipkés, 2016). Önmagában ez nem idézne elő környezeti vagy egészségügyi problémát, hiszen, ha helyi, fenntartható erdőgazdálkodásból származó alapanyagot modern, hatékony készülékekben használnak fel kellő tudatossággal, az részét képezheti egy fenntartható energiarendszernek. Sajnos azonban gyakori, hogy a nagy mennyiségű, olykor ráadásul nedves biomasszát alacsony

gazdasági hatásokkal járhat, hiszen ezen a szinten maximális a társadalmi hasznok és a költségek különbsége (Kerekes, 2007).

hatékonyságú, elavult készülékekben égetik el nem kellő tudatossággal. Ez növeli a levegő szálló por tartalmát, amely komoly egészségügyi károkat okoz, valamint az égetés során felszabaduló széndioxid a klímaváltozáshoz járul hozzá.

- A tűzifa piacán jelentős a fekete kereskedelem⁶ és a lopás, ami aggodalomra adhat okot a fenntartható erdőgazdálkodást illetően (Mezősi et al., 2017). Ez további természeti problémák kiinduló pontját jelentheti, mint például az életterek, a biológiai sokféleség és a széndioxid-megkötő potenciál csökkenését, az erózió, a defláció és az aszály növekedését stb.
- A fűtési költségek minimalizálása érdekében gyakori a szemétegetés, amely által nem csak szálló por, de toxikus anyagok is a levegőbe jutnak (Lenkei, 2016).
- A felhasznált energiahordozók mennyisége az épületek alacsony energiahatékonysága (rég, rossz nyílászárók, hiányzó szigetelés, elavult berendezések) miatt túlzottnak tekinthető (MEHI, 2019).

A sort még tovább folytathatnánk, de ennyi információ alapján is tehetünk olyan kijelentéseket, amelyek a jelenleginél fenntarthatóbb hőenergia-ellátási rendszer képét vetítik elénk:

- Kritikus fontosságú az épületek energiahatékonyságának fokozása a falak szigetelése és a nyílászárók cseréje által.
- Ezt követően nyer igazán értelmet a fűtőberendezések korszerűsítése (cseréje).

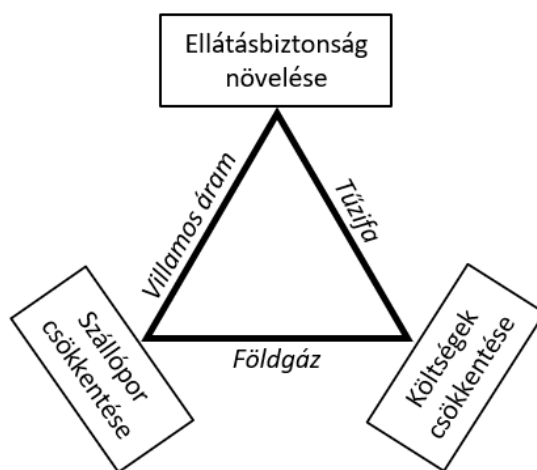
⁶ A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) 2018-as ellenőrzési tervében is szerepel az illegális tűzifa kereskedelem, mint kiemelt kockázati tényező: https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/859255/2018_Ellen%C5%91rz%C3%A9si+terv+j%C3%B3v%C3%A1lhagyott.PDF/017ddd91-2497-d23e-1827-da8d4d8c667b

- A lokális környezet szempontjából jobb volna, ha a háztartások a szilárd tüzelőanyagok helyett a tisztább, vezetékes földgázt (vagy műszaki megvalósíthatóság esetén az azon alapuló távfűtést) preferálnák. A gáz elégetéskor nem jut szilárd anyag a levegőbe, így az nem növeli annak részecskeszennyezettségét.
- A nem-hagyományos technológiák közül a napkollektor, a hőszivattyú vagy más villamos energia-alapú rendszerek is számításba vehetők a lakossági hőellátásban.
- Ugyancsak nem mellékes a fogyasztói tudás és tudatosság növelése képzések, tájékoztató kampányok segítségével.

Ha mindezt egy általános érvényű javaslattá akarjuk összeolvasztani, akkor nincs egyszerű dolgunk, hiszen néhány állítás ellentmond egymásnak. Az biztos, hogy az energiahatékonyság fokozásával és a környezettudatosság tanításával, tudatosításával nem hibázhatunk. Ezeket egy fajta energiapolitikai aduásként kezeljük, és mindvégig szem előtt tartjuk a fenntarthatóság irányába vezető úton. Az energiahordozók terén már nincs ennyire egyszerű dolgunk. Ha csak a potenciális energiahordozókat vesszük górcső alá, akkor az 1. ábra lehetlenségi hármásába ütközünk. Az ábra arra próbál rávilágítani, hogy minden energiahordozó rendelkezik fontos előnyökkel és hátrányokkal, és az energetikai célkitűzések közül egy erőforrás legfeljebb kettő teljesítéséhez járulhat hozzá. Bármelyik energiaforrást választjuk, azzal akaratlanul is lemondunk az energetikai célkitűzések egyikéről.

Az elektromos áram, amennyiben az gáz-, atom- vagy megújuló-alapú erőműből származik, jó eszköz a szálló por csökkentésére. Amennyiben az atom- vagy megújuló-alapú erőműből származik, az ellátásbiztonság

növeléséhez⁷ is hozzájárul, azonban a másik két lehetséges energiaforráshoz mérten a legnagyobb költségeket jelenti (Durkó, 2013; Pénzcentrum, 2017), és hővé (vissza)alakítása a hatékonyság tekintetében vitatható. Bár a költségek terén a legjobban a tűzifa teljesít - ami helyi erőforrás lévén az importfüggőséget csökkenti, az ellátásbiztonságot növeli - a részecskeszennyezés szempontjából a legproblémásabb (Lezsovits, 2014; Uramné Lantai – Palotás, 2016; Mezősi et al., 2017). Habár a földgáz elégetésekor szilárd anyag nem jut a levegőbe, s költségei a másik két energiaforrás költségei között helyezkednek el, az importnak való kitettsége és korlátozott tárolhatósága miatt aligha járul hozzá az ellátásbiztonság erősítéséhez (a globális éghajlatváltozáshoz azonban annál inkább).



1. ábra: A fűtési energiahordozó-választás lehetetlenségi háromszöge

⁷ Míg a megújuló energiaforrásokból termelt áram az importfüggőség csökkentése mellett növeli az ellátásbiztonságot, addig az atomenergiából származó áram csupán a középtávú ellátásbiztonságon javít. Az atomerőmű fűtőanyagául szolgáló urániumot teljes egészében (Oroszországból) importáljuk, azonban több évre elegendő mennyiség is felhalmozható az energiaforrásból, ezáltal képes hozzájárulni az ellátásbiztonság középtávú növeléséhez.

2.2. A tűzifa-felhasználás népegészségügyi problémákhoz való hozzájárulása

A három stratégiai terület közül a szálló por csökkentését tartjuk a leginkább kritikusnak. Ez az a probléma, amely nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedőnek számít az országban. Ebből eredeztethető munkánk létjogosultsága is.

A különféle energiaforrások használatának környezeti fenntarthatósága rengeteg kutatót foglalkoztat. A hőenergia-felhasználás terén Magyarországon elsősorban a földgáz és a tűzifa összevetése megalapozott, országos méretben e két erőforrás vetélkedik egymással. A két erőforrás hatásainak összevetése, majd a hatások általánosítása nem egyszerű feladat. Számos konkrét, igen speciális tényezőt és körülményt kell figyelembe venni ahhoz, hogy az összehasonlítás megalapozott legyen (kitermelés helye és módja, szállítás és felhasználás módja stb.), ez viszont nagyon megnehezíti (ellehetetleníti?) az eredmények általánosítását. A földgázfogyasztás értékelésekor talán egyszerűbb dolgunk van: nem kell foglalkoznunk a szénmegkötéssel; a gáz elégetésekor nem jut szilárd anyag a levegőbe, azonban jelentős mennyiségű szén-dioxid (és nitrogén-oxid) igen, ami fokozza az egyébként is problémás globális éghajlatváltozást. További üvegházhatású gáz (ÜHG) -kibocsátás és egyéb környezetterhelés (zaj, por stb.) jelentkezik a gáz kitermelése és szállítása során. Témánk szempontjából a földgáz előnye egyértelműen a halmazállapotából ered: elégetése nem növeli a levegő részecskeszennyezettségét. Összességében tehát azt mondhatjuk, hogy a gáz használata globális környezeti szempontból hátrányos, lokális környezeti szempontból viszont előnyökkel jár.

A tűzifa esetén nehezebb a dolgunk. Sokak szerint a fa szén-dioxid-semlegesége révén kedvezhet a klímavédelmi szempontoknak: az elégetéskor felszabaduló széndioxid mennyisége megegyezik azzal a mennyiséggel,

amelyet a fa élete során magába épített (Kaderják et al., 2011). Egyre többen hívják fel a figyelmet azonban arra, hogy a fa nem is tekinthető – vagy legfeljebb csak nagyon hosszú távon - ÜHG-semlegesnek (Johnson, 2009; Sedjo, 2012, 2013; Brack, 2017; EASAC, 2017), vagy azért, mert a széndioxid-megkötés és az elégetés miatti kibocsátás eltérő nagyságrendű idősíkokon jelenik meg, vagy egyéb okok folytán. Számos tudós foglal állást – többek között – a fa karbonsemlegessége ellen az alábbi linken olvasható nyílt levélben:

https://drive.google.com/file/d/0B9HP_Rf4_eHtQUpyLVIZZE8zQWc/view

Véleményünk szerint – figyelembe véve a hivatkozott tanulmányokat - a fa nem tekinthető karbonsemlegesnek, ha pedig más környezeti hatásokra is tekintettel vagyunk (kitermelés helye és módja, szállítás és felhasználás módja; közvetlen emisszió: korom, finom és ultrafinom részecskék, dioxinok, kátrányösszetevők, benzo(a)pirén, szag), erősen megkérdőjelezhető a fafelhasználás környezetbarát jellege - csatlakozva így Dinya Lászlóhoz (12. oldal).

Miként a teljes magyarországi ÜHG-kibocsátás a globális kibocsátás 0,1 százalékát adja (Worldometer, 2020), a lakossági hőenergia-felhasználás a globális ÜHG-kibocsátás egészen elenyésző részéért felel. Ezzel párhuzamosan a lakossági faégetés jelentős szennyező, jelentősen hozzájárul a levegő szálló portartalmához. Az álláspontunk szerint a fatüzelés egy részének földgázzal való helyettesítése bár növelheti az ország ÜHG-kibocsátását (globális probléma), jelentősen csökkentheti a porszennyezettséget (lokális probléma), amit nagyobb problémának tartunk az előbbinél. Ugyanakkor felhívjuk a figyelmet arra, hogy egyes kutatások szerint a fa ÜHG-emissziója a szén emissziójánál is nagyobb lehet (pl.: Sterman et al., 2018) vagyis nem biztos, hogy a fa földgázzal való kiváltása fokozná az ÜHG-emissziót. Itt is meg kell jegyeznünk, hogy nem a fa használatának teljeskörű kivezetését

tartjuk kívánatosnak, hanem a fogyasztás optimalizálását. Ha a fa kellően száraz, és helyi, fenntartható erdőgazdálkodásból származik, jól szigetelt épületben, magas hatásfokú készülékben, kellő tudatossággal kerül felhasználásra, az részét képezheti egy fenntartható energiamixnek.

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency, EEA) 2016-os beszámolója szerint Magyarország azon európai országok egyike, ahol a legmagasabb a légszennyezés miatti egészségkárosodás. A legnagyobb problémát a levegő magas részecskeszennyezettsége jelenti, ami nem csak szív- és érrendszeri betegségeket, daganatos elváltozásokat, légúti megbetegedéseket, de egy viszonylag friss kutatás szerint akár mentális problémákat is okozhat (Khan et al., 2019). A jelentés szerint évente körülbelül 13 ezer ember haláláért felelős a szennyezett levegő (EEA, 2016). A népegészségre gyakorolt hatás a költségek nyelvére is lefordítható, amelyek az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) 2015-ös tanulmánya szerint elérhetik (elérhették?) a magyar GDP 19%-át (WHO, 2015). A nagy mértékű, elavult készülékekben és rosszul szigetelt lakásokban történő faégetés – továbbá kőszén-, lignit- és háztartási szemétegetés - az egyik legfontosabb forrása a szálló pornak. A szilárd tüzelőanyagok lakossági égetése a kibocsátás több, mint feléért felel. A 2005 utáni gazdasági változások fellendítették ezen tüzelőanyagok, elsősorban a tűzifa használatát, ami a levegő minőségén is jókora nyomot hagyott (EEA, 2016).⁸

Az Európai Számvevőszék (European Court of Auditors, ECA) is foglalkozott a helyzettel, jelentése szerint az nem javult, inkább romlott az évek során. Az

⁸ Fokozza a bajokat, hogy a kazánok könnyedén nyelik el a műanyagot, a textilt és egyéb hulladékokat, amelyekből nem csak por, de mérgező anyagok is jutnak a levegőbe. A lakossági tüzelőberendezések szennyezéskibocsátásának szabályozása Magyarországon 2020-tól kötelező az uniós előírások alapján (Sokszinű Vidék, 2016).

Egészségügyi Világszervezetre hivatkozva (WHO) állítják, az elveszített egészséges életévek száma 100 lakosra vetítve 1,8, ami több, mint kétszerese az Európai Unió átlagának és rosszabb az indiai és a kínai értékeknél. A beszámolóban megjegyzik, hogy 2018. májusában az Európai Bizottság bejelentette, az Európai Bíróság elé kéret három tagállamot, köztük hazánkat is, a szálló porkoncentrációval kapcsolatos tartós és komoly problémák miatt (ECA, 2018).

A problémára a magyar kormány is reagált, az általa elindított szálló porcsökkentési program honlapján a következő információkat találjuk (Agrárminisztérium, 2020): „2005-ben hatályossá váltak az Európai Unió 2008/50/EK levegőminőségi irányelvében található, kisméretű szálló porra (részecskére, PM10-re) vonatkozó levegőminőségi határértékek. Ezeknél a határértékeknél hazánk egyes területein még ma is magasabb a szennyezettség, és emiatt kötelezettségszegési eljárás indult Magyarország ellen.”

A helyzet tudatosításának és mérséklésének érdekében az Agrárminisztérium a Herman Ottó Intézettel (2020) együttműködve a Fűts okosan! című kampányt folytatja⁹. A kampány honlapjáról származó idézettel kívánjuk érzékeltetni a fűtés okozta levegőszennyezés komplexitását és nagyságrendjét: „A települések levegőminőségét jelenleg jellemzően a lakossági fűtés határozza meg. (Természetesen a forgalmas utak mentén a közlekedés

⁹ Láthatjuk, hogy a problémával egyre több közéleti, bulvár és „zöld” magazin is foglalkozik, és próbálja meg egyszerű, praktikus tanácsokkal segíteni a felhasználókat, például:

- 1) <https://www.origo.hu/itthon/20161125-a-haztartasok-futese-miatt-videken-nagyobb-a-legszennyezés-mint-budapesten.html>
- 2) <http://ecolounge.hu/eletmod/hazankban-a-kismeretu-szallopor-kibocsatas-kozel-70-at-a-lakossagi-futes-okozza-mit-tehetunk-egeszsegunk-vedelmeben>
- 3) <http://greenfo.hu/hir/szigetelessel-a-szallopor-ellen-az-okos-futes-5--1-pontja/>

továbbra is a mértékadó légszennyező forrás.) A légszennyező anyagok közül az egészségre a legnagyobb veszélyt a kisméretű részecske (PM10), köznapi nevén a szálló por jelenti. (A PM10 alatt a 10 mikrométer átmérő alatti porrészecskékből álló frakciót értjük. PM2,5 alatt ennek egy „részhalmozat”, ami az ennél kisebb 2,5 mikrométer átmérő alatti porrészecskékből álló frakciót jelenti. Ez a legveszélyesebb az egészségre.) Az elmúlt években elkészített országos légszennyező anyagleltárok adatai alapján a kisméretű szálló por kibocsátás több, mint 80 %-át a lakossági fűtés okozza. Emellett lényegesen kisebb a hozzájárulása a korábban fő probléma-forrásnak gondolt iparnak és közlekedésnek. Egészségügyi szempontból a legveszélyesebb a 2,5 mikrométer átmérő alatti porfrakció (PM2,5), mert ezek felületére tapadnak a mérgező anyagok. Például a hulladékok égetése során a levegőbe jutó fémek 80-90%-a ennek a porfrakciónak a felületére tapad. Ezek a részecskék méretüknél fogva bejutnak a tüdő léghólyagocskáiba, onnan nem ürülnek ki és bizonyos részük (0,1 mikrométernél kisebb átmérőjű részecskék) még a véráramba is eljutnak.” „Az idő előtti (ún. korai) elhalálozások első számú környezeti oka a légszennyezés. Európában kb. 600.000 korai elhalálozáshoz járul hozzá a levegő szennyezettsége, ami tízszer annyi, mint ahányan közlekedési balesetben hunynak el. (Ez világszerte kb. 3 millió ember életét jelenti.) Magyarországon kb. 8-10 ezer között becsülik a kutatók a levegőminőséggel összefüggő haláleseteket. A szálló por egészségre gyakorolt hatását sokan és régóta kutatják világszerte (pl. WHO – Egészségügyi Világszervezet) és Magyarországon (pl. NNK – Nemzeti Népegészségügyi Központ). A publikált számok a különböző modellek alapján eltérnek, de az megállapítható, hogy a halálesetek 6-10 %-a megelőzhető, késleltethető lenne a levegőminőség jelentős javulásával.”

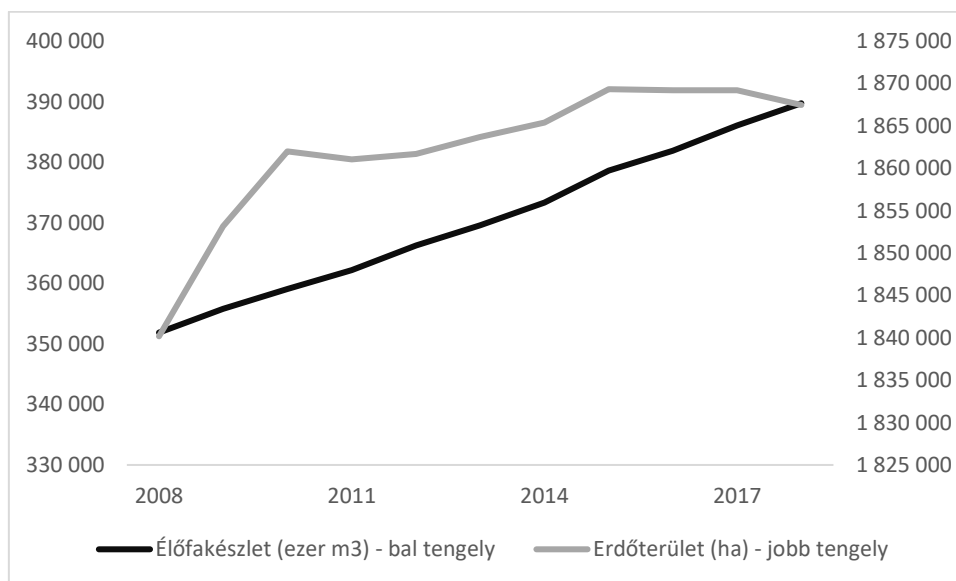
Az EEA legújabb, 2019-es beszámolóját olvasva látjuk, hogy Magyarország továbbra is a legproblémásabb országok között foglal helyet. Ezzel együtt

történhetett némi javulás a halálozások (12000 fő) terén, ha azokat a 2016-ban publikált adatokhoz hasonlítjuk (13000 fő) (EEA, 2019).

2.3. A fa, mint nem megújuló energiaforrás?

Ha a Központi Statisztikai Hivatal által közzétett adatok alapján vizsgáljuk meg a magyar erdők állapotát, akkor biztató kép tárul elénk. Az adatok szerint az erdők élőfakészlete és az erdőterület is növekedett az utóbbi tíz évben – még ha ez utóbbi stagnál is mostanában (2. ábra).

Ha azonban másként közelítjük meg a témát, akkor aggasztó jelekre lehetünk figyelmesek. Bartek-Lesi Mária és szerzőtársainak (2019) kutatása a hivatalos erdészeti statisztikákat elemezve további gondokat jelez a fahasználattal kapcsolatban.



2. ábra: A magyar erdők élőfakészletének (ezer m³) és területének (ha) változása, 2008 – 2018

Forrás: KSH, 2020

Amennyiben a Magyar Energia- és Közműszabályozási Hivatal (MEKH) fafelhasználásra vonatkozó adatait elfogadjuk, azt látjuk, hogy az éves kitermelt famennyiség megközelíti a magyar erdők természetes éves növekményét. Ha az éves bruttó növekményből levonjuk a védett erdők természetes növekményét, a felhasználás jócskán meghaladja az éves hozamot. Ennek tudatában erősen megkérdőjelezhető a fa megújuló energiaforrásként való kezelése. Amennyiben a kitermelés ténylegesen meghaladja a hozamot, az erdők fáival való fenntarthatatlan gazdálkodás már rövid időtávon is melegágyat vethet a már említett természeti problémáknak (csökkenő abszorpciós kapacitás és élőhelyek, fokozódó erózió és defláció stb.)¹⁰. Habár e kérdés empirikus vizsgálata fontos feladat, mivel csak közvetetten kötődik kutatásunk témájához, ennél részletesebben nem tárgyaljuk. A szilárd biomassza-felhasználással kapcsolatos elmélkedések során azonban érdemes szem előtt tartanunk ezeket a felvetéseket is.

2.4. Törvénytelen szeméttégetés a szilárd tüzelés kontextusában

Fokozza a problémákat, hogy a lakosság nagy tömegei égetnek el háztartási hulladékot, ami nem csupán szálló port, de mérgező anyagokat is a légtérbe juttat. Egy friss kutatás szerint a műanyag-jellegű hulladékok elégetésekor 100-700-szor annyi és akár több ezerszer mérgezőbb összetételű policiklusos aromás szénhidrogén (PAH) kerül a levegőbe, mint a fatüzelés esetén (Hoffer

¹⁰ A problémák megelőzése és a kialakultak kezelése érdekében az Európai Unió Közös Agrárpolitikája az erdősítés elősegítését célzó intézkedésekkel kívánja növelni a tagállamok erdőterületét (Csonka et al., 2018, 2018a). Az erdőterületek növelése nem pusztán környezeti szempontból fontos kérdés, hagyományos mezőgazdasági termeléssel kombinálva (agrárerdészet) hozzájárulhatnak a gazdasági fenntarthatóság kialakításához is (Bareith et al., 2020).

et al. 2020). Kutatásunk második részében ezzel a problémával foglalkozunk. Miután törvénytelen tevékenységről van szó, az csak közvetetten jelenik meg a statisztikákban, mértékére, közvetlen hatásaira általában csak következtetni tudunk. A Központi Statisztikai Hivatal felmérése szerint „a takarékoskodók 34%-a nem fűti megfelelően a lakást napközben, 27%-a fűt hulladékkal, gyűjtött fával (is), 26%-uk nem fűt minden (fűthető) helyiségben (KSH, 2016, old.: 28.)” A Nemzeti Népegészségügyi Központ (korábban Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat, ÁNTSZ) közleménye alapján a szilárd tüzelőanyagokat gyakran keverik a háztartásban keletkező hulladékokkal. „A háztartásokban keletkező hulladékok közül kályhákban, illetve udvaron nyílt térben leggyakrabban elégetett anyagok a következők: műanyag italcsomagolás és egyéb PVC műanyag hulladék, textilipari hulladékok, import bálás használt ruha, műgyantát, műanyagot, festéket tartalmazó farostlemez, rétegelt lemez, bútor és nyílászáró, gumiabroncs, kábelek, kerti hulladékok, színes, fényes papír hulladékok (ÁNTSZ, 2012).”

A hulladékégetés a valóságban lényegesen gyakoribb lehet az önként bevallottnál, a forrásául szolgáló szocioökonómiai problémákról, a mindennapi gyakorlatokról számos médiumban olvashatunk. Az észak-magyarországi térségben készített 2016-os riport szerint „Borsod, Heves, Szabolcs (és idesorolható még Jász-Nagykun-Szolnok megye is) kályhái mindent elnyelnek: ruhát, PET-palackot, vizes fát, lakkozott parkettát, fűrészport, zöld növényt vagy akár döglött nyulat... bármit, amiből egy kevés kalória kinyerhető.” „Aki nem kizárólag kommunális hulladékot, hulladék fát és ezt-azt éget, az a gáztól általában a fára állt vissza.” Az észak-magyarországi tapasztalatok szerint a lakosság 30 százaléka éget kommunális hulladékot; még a városokban is dívik ez, főképp a családi házas övezetekben. Vannak települések, ahol a szemétszállítást akár fel is lehetne függeszteni (Szira, 2016).”

Az efféle égetések szembe mennek a törvénnyel, a hulladékok elégetésekor számtalan egészségre ártalmas anyag szabadul fel, például:

- szilárd részecskék, amelyek a legkritikusabb károsanyagok közé tartoznak;
- szén-monoxid, amely a szénvegyületek tökéletlen égése során képződik;
- nitrogén-oxidok, amelyek a levegő és a hulladék nitrogén tartalmának oxidációjából származnak;
- hidrogén-klorid és hidrogén-fluorid savas gázok, amelyek mennyisége a hulladékban lévő klór és fluor tartalom függvénye;
- kén-dioxid, amely a hulladékban (különösen a gumiabroncsban – a szerző), a barnaszénben, a lignitben lévő kén-tartalom függvénye;
- műanyagok mérgező, rákkeltő hatású égéstermékei: illékony szerves vegyületek (VOC), policiklikus aromás szénhidrogének (PAH), poliklórozott bifenil-származékok (PCB), dioxinok, furánok, ftalátok, ketonok, aldehidek, szerves savak, alkének és egyéb szerves vegyületek;
- hulladékokban lévő fémek, amelyek jelentős része az égetés után a porszemcsékre rakódik fokozva így azok veszélyességét (ÁNTSZ, 2012).

Természettudományi és társadalomtudományi szempontból is nagyon összetett problémával állunk szemben, ami nem nélkülözi a morális szempontokat sem („tüzel vagy megfagy?”). A bajok felszámolásához nagyon fontos a fogyasztók képzése, szemléletük megváltoztatása (Li et al. 2002; Lange et al., 2014). A szakmai fórumok, a szakértők médiaszereplései, a közérthető tájékoztató kiadványok segíthetik a környezet minőségének javítását. Ilyen tevékenységeket folytat például a Levegő Munkacsoport,

amelynek honlapján számos hasznos információval, praktikus tanáccsal találkozhatunk.¹¹

Mindennek azonban megvannak a maga korlátjai, hiszen számos külső akadály létezik, ami nem áll kapcsolatban az egyén értékrendjével, tudásával. Ezért lényeges, hogy közgazdasági szempontból is megvizsgáljuk a helyzetet, és beazonosítsuk azokat a hatótényezőket, amik pozitív vagy negatív irányban képesek befolyásolni a problémát előidéző társadalmi és gazdasági folyamatokat. Így a dolgozat egyik célja, hogy településszintű keresztmetszeti adatok vizsgálatával segítse azon területek meghatározását, amelyek alapját képezhetik a háztartási hulladékégetés, így a légszennyezés mérséklését szolgáló állami szabályozásnak.

A szilárd energiaforrások lakossági használatának ökonometriai elemzése nem számít népszerű témának, mégis sokan, sokféle módon közelítettek már hozzá. Mindennek ellenére nem találtunk olyan kutatást, amely a háztartási szemétegetést elemezné a közgazdaság-tudomány eszköztárával. Munkánkkal ennek a hézagnak a kitöltését is próbáljuk segíteni. Rainey et al. (2016) rendszerező tanulmányában 28 háztartási szilárd tüzelésről szóló írás tartalmát vizsgálta. A vizsgálatok fókuszába kizárólag a törvényesen használható energiaforrások, főként a tűzifa és a kőszén került. Miként a szemétegetés a legtöbbször nem önmagában létező jelenség, hanem a vegyes tüzelés velejárója, a vizsgálatunkat a szilárd tüzelőanyagok felhasználásának kontextusába helyezzük, és – jobb híján - az azzal kapcsolatos szakirodalomra alapozzuk.

¹¹ A Levegő Munkacsoport Ne égess el! című kampánya: https://www.levego.hu/egyeb/ne-egess-el/?gclid=CjwKCAjwpqv0BRABEiwA-TySwSKbusAqdfK1rDKH-s3cOfC9_lrfjT-SjqRirL2_oPmu4iSHyqTwWhoC9d8QAvD_BwE

A Levegő Munkacsoport Tiszta fűtés című kampánya: <http://levego.hu/kampanyok/tisztafutes/>

Számos kutatás eredményei mutatják azt, hogy a levegőszennyezés a szegényebb, rurális térségekben sokkal fokozottabb, mint a modernebb, urbánus környezetben. Tao et al. (2016) a felettebb problémás kínai levegőszennyezést kutatta, annak elsődleges okaként a háztartások szilárd tüzelését nevezi meg (ami az országos energiafogyasztásnak mindösszesen 13 százalékát teszi ki). A rurális térségek porkibocsátása nagyobb a városias területekénél. A képzetlenebb és szegényebb vidéki lakosok szennyezőbb energiaforrásokat használnak. Kodros et al. (2018) tanulmánya is a szilárd tüzelőanyagok elégetése okozta problémákat hangsúlyozza. Variancia-alapú érzékenységi vizsgálattal próbálták szintetizálni a lakás és a külső környezet légtérének szennyezettségéből fakadó mortalitásokat. Lin et al. (2018) munkája szerint a légkörben felhalmozódó részecskék központi szerepet játszanak az emberiséget fenyegető két nagy problémában: a levegőszennyezésben (kb. 5 millió korai haláleset évente) és az éghajlatváltozásban (kb. 0,5 millió korai haláleset évente). Vizsgálatuk középpontjába egy közepes méretű európai város került, ahol rendkívüli mértékű légszennyezettséget mértek. Elemzésükkel azt találták, hogy a szálló porszennyezettség (PM1) 70 százalékát a háztartások tőzeg- és faégetése okozza. Megoldást az energiafogyasztás csökkentése, valamint a fejlettebb, tisztább energiaforrások használata jelenthetné, amit számos természeti, társadalmi, gazdasági, jogi és műszaki faktor befolyásol.

Az egyik ilyen faktor a fogyasztók jóléte. Shafik (1994) híres tanulmánya alapján láthatjuk, hogy az egy főre jutó jövedelem és a háztartási hulladékképződés között egyenesen arányos kapcsolat van. Szembeötlő az is, hogy minél gazdagabb egy régió annál alacsonyabb ott az erdőirtás és a szálló porkoncentráció mértéke. Vagyis a családok jólétének növekedése áldásosan hat a lokális környezet állapotára is. A növekvő keresetek lehetővé teszik a fejlettebb, egyúttal drágább technológiák alkalmazását, amelyek a levegő

minőségét is javítják. Li et al. (2016) szerint a modern kazánok hatásfoka a duplája lehet a régi, elavult berendezésekének. Ez akár 80 százalékos különbséget is jelenthet a kisméretű részecskék kibocsátásában, 66 százalékot azok mérgezőanyag tartalmában. Fontos látni azt is, hogy a magasabb keresetek magasabb energiafogyasztással járnak együtt, ami, ha szénintenzív erőforrásokon alapul, erősíti az éghajlatváltozást (Lange et al., 2014).

Habár a jövedelem kétségtelenül fontos eleme az energiafogyasztásnak, sok más gazdasági és nem gazdasági változó is hatással van rá. Fu et al. (2014) térökonometriai modellezéssel vizsgálta az ír lakosság szilárd energiaforrás-felhasználását. A fogyasztás legfontosabb tényezőjének a források lelőhelyeinek (bánya, erdő) közelségét találta. További releváns tényező a földgázvezeték lefedettség és a kínálatra ható szabályozások. Az Ír-szigetet vizsgálva Abott et al. (2016) nem túl meglepő összefüggésre mutat rá: a rossz minőségű levegő koncentrációja nagyobb a kisebb, rurális régiókban. Rahut et al. (2016) bhutáni háztartásokról készített kutatásában az erdők távolsága negatívan, a tisztább alternatíva (LPG) piacának távolsága pozitívan hat a tűzifafogyasztásra. Ugyanakkor olyan társadalmi tényezők is komoly szereppel bírnak, mint a családfő kora, a család mérete, a gyerekek száma, amik pozitív kapcsolatban állnak a fátüzeléssel. Ezzel szemben, ha a családfő nő, vagy ha az magasabban képzett, s ha magasabb a család jövedelme, az mind csökkenti a fafogyasztás valószínűségét. Van der Kroon et al. (2014) vizsgálata is alátámasztja a család méretének fogyasztásra gyakorolt pozitív hatását, ám a kenyai nők éppen, hogy kevesebbre értékelik a fejlettebb technológiát, mint a férfiak. (Ennek oka a férfiak és a nők keresete közötti különbségnél keresendő.) Mclean et al. (2019) perui háztartásokat elemezve több tényezőt is azonosított, amelyek pozitív kapcsolatban állnak a modernebb, tisztább energiaforrások használatával. A lineáris regresszióelemzés eredményei szerint az energiaforrások árai és infrastruktúrájuk kiterjedtsége (utak,

vezetékhalózat), az erdőszültség mértéke, az iskolázottság, a városiasodottság foka erősen hat a szilárd tüzelőanyagok népszerűségére.

Számos, különféle szemléletű kutatás született tehát a szilárd tüzelőanyagok használatának környezetre, egészségre gyakorolt hatásairól¹². Feltűnő azonban, hogy a világ gazdagabbik felén kevés az ezen témát érintő vizsgálat. Az okok és következmények a háztartáson belüliek és kívüliek, természeti és társadalmi jellegűek, amelyek térben és időben változékonyak. A folyamatok összetettsége megköveteli a holisztikus szemléletet és a legkülönbélebb változók vizsgálatba való bevonását. Kutatásunkkal az illegális lakossági égetések mögött húzódó okok megismerését kívánjuk segíteni. Egy úttal örömeinkre szolgálna, ha különféle területek kutatóinak figyelmét irányíthatnánk rá erre a méltatlanul mellőzött területre. Hisszük, hogy mindezek révén javíthatjuk a hatósági fellépés eredményességét, a környezet állapotát, s így az emberek életének minőségét is.

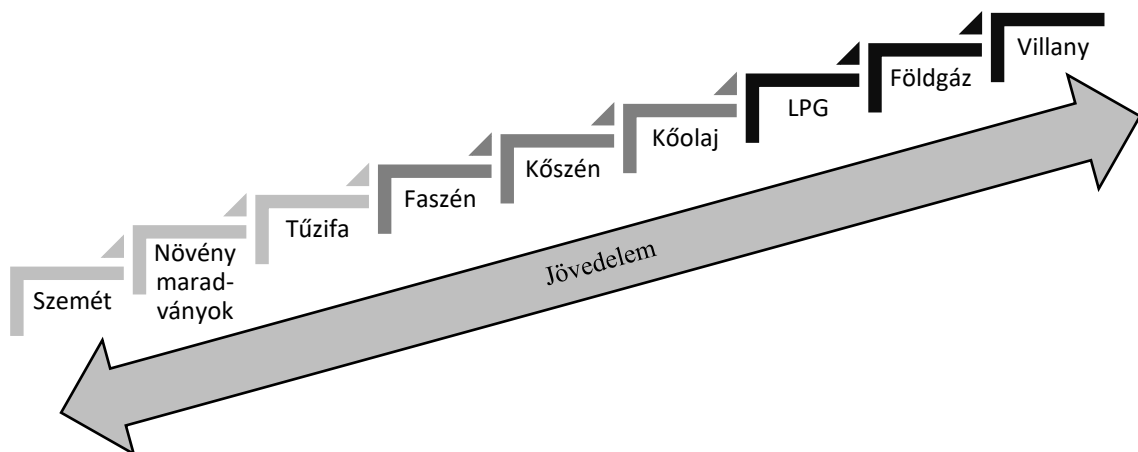
2.5. Az „energialétra” hipotézis: háztartások tüzelőanyag-felhasználása a jövedelem változása szerint

Általánosan elfogadott tény, hogy egy térség gazdasági fejlettsége és a térségre jellemző energiahordozó mix között szoros összefüggést találunk. Jiang - O'Neill (2004) munkájából is az derül ki, hogy minél gazdagabb egy régió, annál inkább használ korszerűbb, tisztább energiaforrásokat a biomassza és egyéb szilárd tüzelőanyagok (kőszén, tőzeg, szemét) helyett. A helyzet fordítottja is igazolt. A szegénység és a szilárd tüzelőanyagok használata közötti kapcsolatot számos kutatás igyekezett már feltárni. A többek között Lélé (1991), Angelsen - Sven (2003), Zwane (2007) és Démurger - Fouriner

¹² Az Európát érintő egészségügyi vonatkozások mélyebb elemzéséhez lásd az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) kiadványát: Chafe et al., 2015.

(2011) által is vizsgált „szegénység-környezeti” hipotézis (poverty-environmental hypothesis) kimondja, hogy a szegényebb háztartások nagyobb mértékben támaszkodnak a természetközeli, ha úgy tetszik, primitív erőforrásokra, mint a gazdagabbak. Ezzel összhangban, az „energialétra” hipotézis azt állítja, hogy egy ország gazdasági fejlődésének, a lakossági jólét bővülésének köszönhetően a biomassa helyett először az átmeneti (faszén, szén, petróleum), majd a modern (LPG, földgáz, villamos áram) energiahordozók felé tolódik el a háztartások felhasználása (Leach, 1992; Smith et al., 1994; Arnold et al., 2003; Arnold et al., 2006; Van Beukering et al., 2009).

Hosier - Dowd (1985, old.: 347-348.) a következőket írja az „energialétra” működéséről: „Ahogyan egy háztartás gazdasági jóléte növekszik, úgy lép tovább az energialétrán a szofisztikáltabb energiahordozók felé. Ha a gazdasági státusz csökken a csökkenő jövedelem vagy a növekvő árak által, a háztartás várhatóan lefelé lép az energialétrán a kevésbé szofisztikált energiahordozók irányába. Így az energialétra a fogyasztó gazdasági elméletének stilizált kiterjesztése: a jövedelmek emelkedésével (csökkenésével) a háztartások nemcsak többet (kevésbé) fogyasztanak ugyanabból a jószágból, de el is mozdulnak a magasabb (alacsonyabb) minőségű javak felé.” A folyamatban az is kirajzolódik, hogy a kezdeti alacsony energiasűrűségű forrásokat az egyre nagyobb energiasűrűségű források váltják fel (3. ábra), s mivel a biomassa energiasűrűsége lényegesen kisebb a fosszilis energiaforrásokéhoz mérten (Dinya, 2010), így a sor elején helyezkedik el. Masera et al. (2000) megjegyzi, hogy a fejlettebb és drágább energiaforrások használatával együtt jár a fejlettebb és drágább készülékek használata is, amely a társadalmi státuszt is magasabb szintre helyezi.



3. ábra: Az „energialétra” hipotézis sematikus ábrázolása néhány energiahordozóval

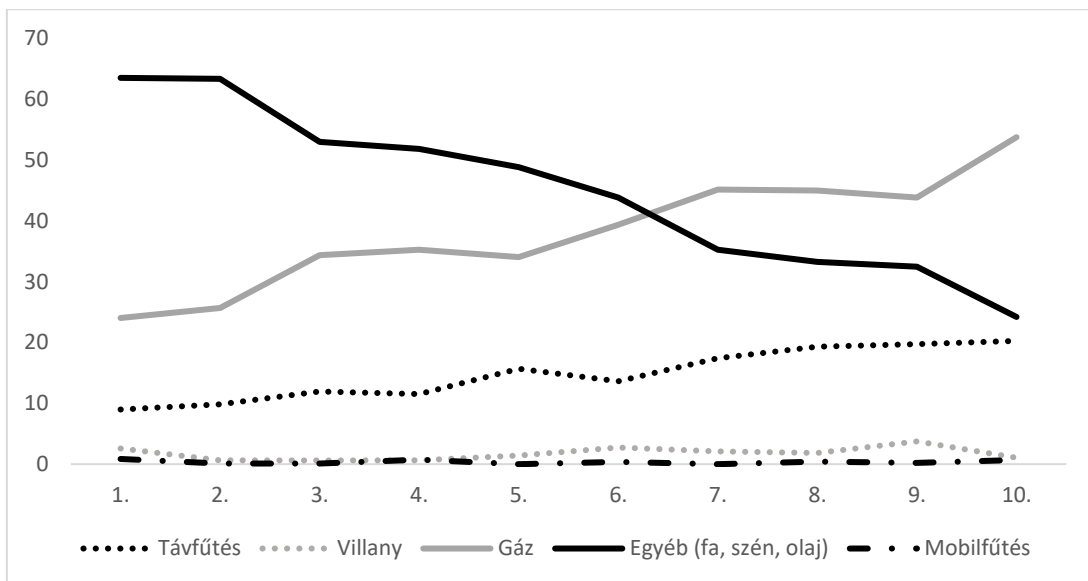
Forrás: saját ábrázolás Hosier - Dowd (1985) alapján

Jiang - O'Neill (2004) a kínai vidéki térségekről szóló tanulmányában arról ír, hogy a folyamat első fázisában a jövedelmek emelkedése mellett minden energiaforrás felhasználása nő, de a biomassza bővülésének üteme elmarad a modern forrásokéhoz mérten. A második fázisban egy bizonyos jövedelmi szint elérését követően a modernebb források terjedésével párhuzamosan a biomassza-fogyasztás csökkenni kezd. A szerzők az első hatást jövedelmi (ha úgy tetszik, fogyasztásbővítési) hatásként, a másodikat helyettesítési hatásként írják le. Ez utóbbi fázis felfogható egy fajta környezeti Kuznets görbeként is, ahogy azt Foster - Rosenzweig (2003) eredményei mutatják. Néhány tanulmány megerősíti a jelenséget azzal, hogy állítja: a biomassza (tűzifa) jövedelemrugalmassága negatív vagy jelentéktelenül alacsony (-0,3 – 0,06) (Hyde - Köhlin, 2000; Cooke et al., 2008). Tehát a jövedelmek növekedésének hatására a biomassza (tűzifa) -fogyasztás csökken, vagy csak jóval kisebb mértékben emelkedik a jövedelmeknél. Alam et al. (1985) eredményei szerint a vizsgált indiai háztartások tüzelőanyag-választása közvetlen kapcsolatban áll a jövedelmekkel. Israel (2002) jelentős negatív

kapcsolatot talált a háztartások jövedelme és tüzfafogyasztása között megerősítve így az „energialétra” hipotézis által feltételezettek. Couture et al. (2012) szintén kimutatta, hogy a növekvő jövedelmek határozzák meg leginkább a „létrán” való elmozdulás lehetőségét. Magyarországi adatokat vizsgálva azt látjuk, hogy a tüzifa a szegényebb háztartások¹³ energiaforrása, jövedelem rugalmassága -0,55 (Szajkó et al., 2009), ami összhangban áll a modell feltételezésével. Mindezek alapján azt mondhatjuk, hogy a tüzifa általában alsóbbrendű jószágnak tekinthető.

A 4. ábra a magyar lakásállomány fűtési mód szerinti megoszlását szemlélteti jövedelmi tizedenként. A grafikonon a 2018-as állapot látható. Az első jövedelmi tizedtől az utolsóig haladva fokozatosan csökken az alacsonyabb rangú energiahordozók részaránya (Egyéb: főként fa, majd szén és olaj), míg a magasabb rangú erőforrások (gáz, távhő, villany) aránya folyamatosan növekszik. Az energiaforrások ilyesféle megoszlása erősíti az „energialétra” hipotézis helytállóságát, hiszen azt mutatja, hogy a magasabb jövedelemmel a modernebb energiahordozók kerülnek a fogyasztók homlokterébe. A földgáz a 10. tized esetében, a villamos áram a 9. tized esetében éri el a legmagasabb arányt (53,8% és 3,7%).

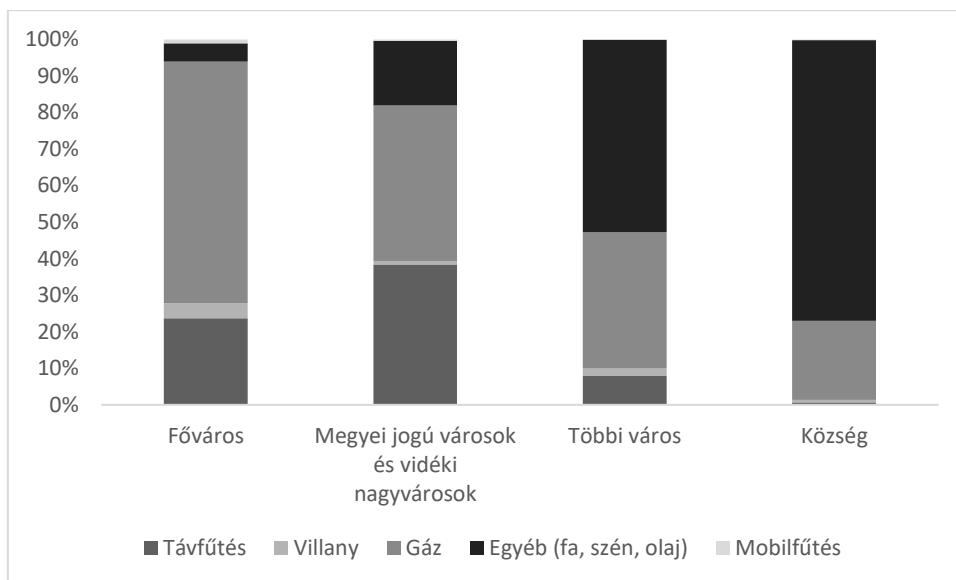
¹³ Az értelmezhetőség megkönnyítése érdekében szegényebb háztartásoknak az első öt tizedbe esőket, gazdagabb háztartásoknak az utolsó öt tizedbe esőket tekintjük.



4. ábra: Magyar lakások megoszlása a fűtés módja szerint jövedelmi tízesenként (%), 2018

Forrás: KSH, 2020

Ha regionális szemlélettel vizsgáljuk meg az adatokat, szintén elfogadhatónak tűnik a hipotézis által sugallt kép. Az 5. ábrán településméret szerint láthatjuk a különböző technológiák részarányát. Nagyon látványos a különbség a gazdagabb és fejlettebb nagyvárosok, valamint a többi város és a községek között. Míg a modernebb technológiák, mint a távhő, a villany és a gáz az előbbi csoportra jellemzőek, addig a kisebb településeken a szilárd tüzelés van túlsúlyban.



5. ábra: Magyar lakások megoszlása a fűtés módja szerint a település mérete alapján (%), 2018

Forrás: KSH, 2020

A hipotézisből és a diagrammok alapján fontos következtetéseket vonhatunk le hazánk gazdasági fejlődése és környezeti minősége terén is. Ismerve a modell logikáját erős feltételezésekkel élhetünk arról, hogy a prosperáló nemzetgazdaság, benne a növekvő bérekkel, bármiféle közvetlen állami beavatkozás nélkül a tisztább energiaforrások felé tereli a felhasználókat, és orvosolja így a tüzelőanyagok elégetése által okozott levegőszennyezés problémáját is. Vagyis pusztán egy szerencsés világgazdasági helyzet vagy hatékony gazdaságpolitika képes fokozni a környezet állapotát, az emberek egészségét, anélkül, hogy precízen megtervezett szabályozást alakítottunk volna ki, és beleavatkoztunk volna a természetesen zajló folyamatokba.

A hipotézis alapos elméleti megalapozottságának ellenére számos esettel találkozhatunk, ahol nem érvényesül a jövedelem tüzelőanyagváltásra gyakorolt erőteljes hatása. Most azokat a kutatásokban gyakran előforduló eseteket ismertetjük, amelyek során a jövedelmek emelkedése ellenére

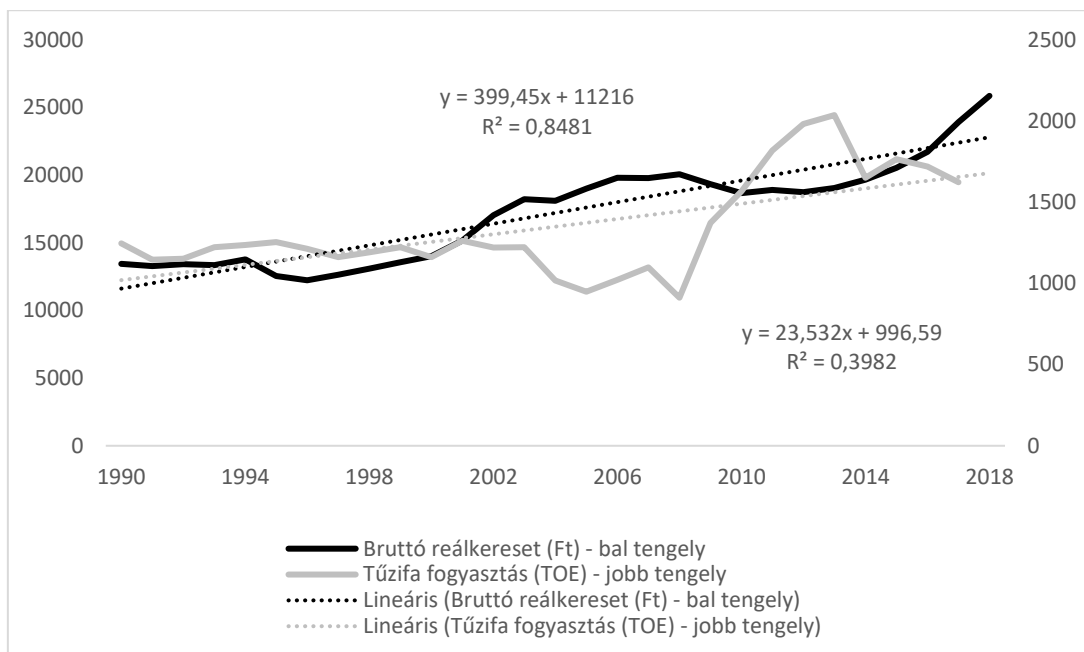
stagnálhat, vagy tovább növekedhet a tűzifa-felhasználás. A klasszikus szakirodalmi áttekintés műfajától eltérően további diagrammokon magyar adatokat is bemutatunk, amelyek segítik a modell értékelését.

Hogy máris egy gyakorlatias felvetéssel éljünk, a 6. ábrán a magyar lakosság havi átlagos reálkeresetét (1990-es árszínvonalon)¹⁴ és tűzifa fogyasztását^{15;16} tüntettük fel 1990 és 2018 között. A vizsgált időszakban a jövedelmek növekedése mellett a fafogyasztás ingadozó, de összességében növekvő trendjét találjuk. Szemben a 4. és az 5. ábra üzenetével, a jövedelem és a tűzifa felhasználás közötti negatív kapcsolat egyértelműen nem olvasható le a grafiknról. A két adatsor hosszútávú trendje egyaránt emelkedő volt, miközben a vonatkozó elméletek alapján más forgatókönyv lenne valószínűsíthető. Ezek alapján, pusztán vizuálisan az „energialétra” által feltételezettek megerősíteni nem tudjuk. Azt, hogy milyen okai lehetnek a semleges vagy pozitív kapcsolatnak, a következőkben tárgyaljuk.

¹⁴ A továbbiakban a „kereset” szinonimájaként a „jövedelmet” használjuk. Bár tartalmuk a valóságban némiképp eltér, jelen elemzésben betöltött funkciójuk megegyezik, s így igazodunk a nemzetközi irodalomban is alkalmazott szóhasználatához.

¹⁵ Mivel a lakossági tűzifafogyasztásról nem áll rendelkezésre idősoros éves adat, a fogyasztás reprezentálásához a szilárd biomassza fogyasztás adatait használjuk fel, hiszen ennek tartalma döntő részben tűzifa felhasználáson alapul.

¹⁶ Az adatokat 2004-től visszamenőlegesen 2,1-es, átlagos, becsült szorzóval korrigáltuk, amelynek szükségessége a 2017-ben megváltozott statisztikai módszertan miatt indokolt. A szorzó kiszámításához az Eurostat által publikált SHARES adatbázis 2016-os és 2017-es verzióit használtuk fel. A statisztikai változásról és a korrigálás szükségességéről lásd Mezősi et al. (2017) tanulmányát.



6. ábra: Az átlagos kereset (Ft) és a lakossági tűzifa fogyasztás (toe) alakulása Magyarországon, 1990 – 2018

Forrás: Eurostat, 2020; KSH, 2020

Bár kétségtelen, hogy az irodalom szerint nem általános jelenség, ám a tűzifa pozitív jövedelemrugalmassága nem feltétlenül kérdőjelezi meg a „létra” modell helytállóságát, sőt, bizonyos esetekben erősítheti is azt. Ezt látjuk többek között Gundimeda - Köhlin (2008) vagy Baland et al. (2010) munkájában. A háztartások jövedelmének emelkedése által a tűzifafogyasztás egyaránt bővíthet vagy csökkenhet, annak függvényében, hogy a kiinduló állapotban a fa alacsonyabb (inferior) vagy magasabb rendű energiahordozónak (normál jószág) tekinthető. Abban az esetben, ha a fa alacsonyrendű jószág, akkor például faszén, kőszén, földgáz vagy elektromos áram veheti át a szerepét/szerepének jelentős részét. Viszont, ha a fűtéshez, főzéshez használt tüzelőanyag döntő többségében növényi maradványok, szalma, trágya, háztartási hulladék, akkor a fa fogyasztása – magasabb rendű (normál) voltából fakadóan – bővülni fog, ahogy azt például Etiópia (Arnold et al., 2006) és Nepál (Baland et al., 2010) rurális térségei mutatják. Ezekben

az esetekben tehát a fa modernebb és kényelmesebb alternatíva az egyéb tüzelőanyagokhoz mérten, így a jövedelmi helyzet javulásával egyre több fogy belőle.

A jövedelmekkel együtt emelkedő fafogyasztás főként a szegényebb régiókra igaz, ám nem kizárólagosan, amint arra Arabatzis - Malesios (2011) Észak-Görögországról készített munkája is rámutat. Tanulmányuk azt tárja fel, hogy az igazán magas jövedelmű háztartások tűzifának való kitettsége magasabb a közepes és alacsony jövedelmű rétegek kitettségénél. Ennek oka, hogy a luxus körülmények között élők¹⁷ (új építésű) otthonaiban számos esetben kizárólag kandallók felelnek a ház melegéért (és ami legalább ilyen fontos számukra: a megfelelő hangulatért!), ezáltal szorosan függenek a fa elérhetőségétől és árától. Ebben a térségben a fafelhasználás növekedése egyértelműen megfigyelhető a nagy lakásban élő és gazdag háztartások példáin is. Az alacsonyabb jövedelmű szinteken a tűzifa népszerűségét elsősorban ára jelenti, mivel a fatüzelés alacsonyabb költségeket jelent a fűtőolaj-alapú vagy más alternatíváknál.

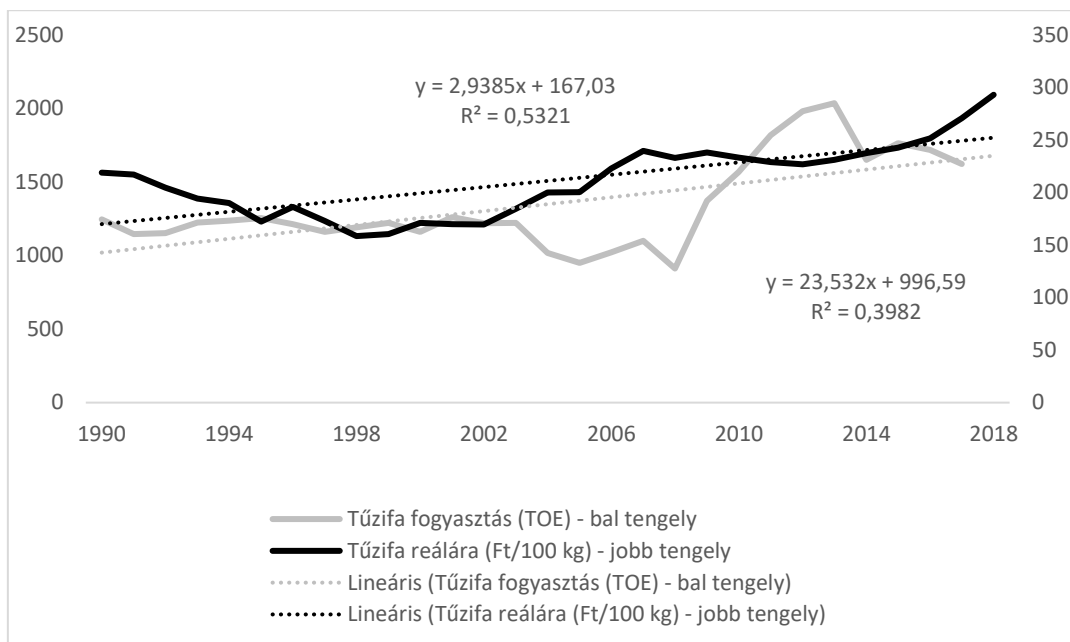
További megfigyelésekre alapozva Couture et al. (2012), valamint Lillemo - Halvorsen (2013) eredményei cáfolják a jövedelem relevanciáját. Couture et al. (2012) arra mutat rá francia adatokra támaszkodva, hogy a jövedelem szerepe majdnem lényegtelen a fűtéshez használt tüzelőanyag megválasztásánál, hiszen az erőforrások ára az igazán meghatározó. Lillemo - Halvorsen (2013) is hasonló eredményekre jut a norvég háztartások esetében. A jövedelemnek, mint a fogyasztást magyarázó tényezőnek a szerepe egyáltalán nem szignifikáns, ami annak köszönhető, hogy minden jövedelmi szinten jelen van a fafogyasztás. Hiemstra-vander Horst - Hovorka (2008) és Kowsari - Zerriffi (2011) is kiemeli, hogy a modernebb, tisztább energiaforrások terjedése és a jövedelmek közötti pozitív kapcsolat túlzott

¹⁷ >30 000 EUR/fő/év jövedelem

hangsúlyt kap az szakirodalomban. A jövedelmeken túl tehát a tüzelőanyagok ára is erősen befolyásolja a lakosság döntéseit. Az erőforrások árai hatnak a családok vásárlóerejére, ami csakugyan hat az energiafelhasználás volumenére és szerkezetére. Közepesen fejlett országok esetén (pl. Görögország (Arabatzis - Malesios, 2011), Törökország (Türker - Kaygusuz, 1995), Chile (Schueftan et al., 2016)), valamint fejlett országok esetében is (pl. USA (Song et al., 2012), Franciaország (Couture et al., 2012), Norvégia (Vaage, 2000)) legtöbbször a fa „olcsósága” magyarázza az azzal való fűtés széles körű elterjedését.

Számos országot felölelő munkákra hivatkozva azt mondhatjuk, hogy a tűzifa saját ár rugalmassága általában véve negatív – vagyis közönséges jószágról beszélünk -, de területenként és jövedelmi szintenként erősen ingadozik, gyakorta -1,47 és -0,21 közötti érték (Cooke St. Clair et al., 2001; Barnes et al., 2002; Gundimeda - Köhlin, 2008). Tehát az ára és a belőle fogyasztott mennyiség között negatív viszonyt találunk, az iránta irányuló kereslet hol rugalmas, hol rugalmatlan elsősorban a fűtési rendszer és az energiaforrás-kínálat sokrétűségétől/egyoldalúságától függően. Hazánk tekintetében Szajkó et al. (2009) 0,1 százalékos saját ár rugalmasságról számol be.

Ha az árak oldaláról vesszük szemügyre a magyar háztartási tűzifafogyasztást – ahogyan tettük azt a jövedelmek esetében is -, érdekes jelenségnek lehetünk szemtanúi (7. ábra). A vizsgált időszakban úgy fest, nem csak a fa felhasználása bővült, de annak 1990-es árszínvonalon mért reálára is, ami látszólag ellentmond az előzőleg leírtaknak. A két adatsor hosszútávú trendje ezúttal is inkább emelkedő. Amennyiben egy empirikus vizsgálat is pozitív kapcsolatot mutat a két adatsor között, úgy Giffen-jószágról beszélünk - amely a közönséges jószág ellentétje -, létezése hátterében számos különböző ok húzódhat, ám alapos elemzés nélkül ennél többet nem jelenthetünk ki.



7. ábra: A tűzifa árának (Ft/100 kg) és lakossági fogyasztásának (toe) alakulása Magyarországon, 1990 – 2018

Forrás: Eurostat, 2020; KSH, 2020

Folytatva a megkezdett gondolatmenetet most azt ismertetjük, hogy milyen lehetséges okok miatt növekedhet az árával együtt a tűzifa fogyasztása is. Habár egy tüzelőanyag ára meghatározza az azzal való fűtés költségének alakulását, alkalmazása vagy elutasítása mellett relatív árának, vagyis az alternatívák árának figyelembevételével is döntenek (Leach, 1992). Ez a relatív ár képes „eltéríteni a fogyasztók közgazdasági racionalitását”, és ösztönözni őket a növekvő ár melletti fokozott felhasználásra. Hiszen még ha nő is egy erőforrás ára, meglehetősen még így is a legalacsonyabb költségeket jelenti a többi alternatívához mérten. Magyarországi adatokat elemezve ez utóbbi folyamat látszik kirajzolódni a tűzifa és a földgáz piacán. Magyarországon a fa elsősorban „kihívója” a vezeték nélküli földgáz (Tabi et al., 2013). A Eurostat adatai alapján 2018-ban a háztartásokban felhasznált összes energiából második legnagyobb aránnyal, 23 százalékkal a tűzifa részesült. A fogyasztás

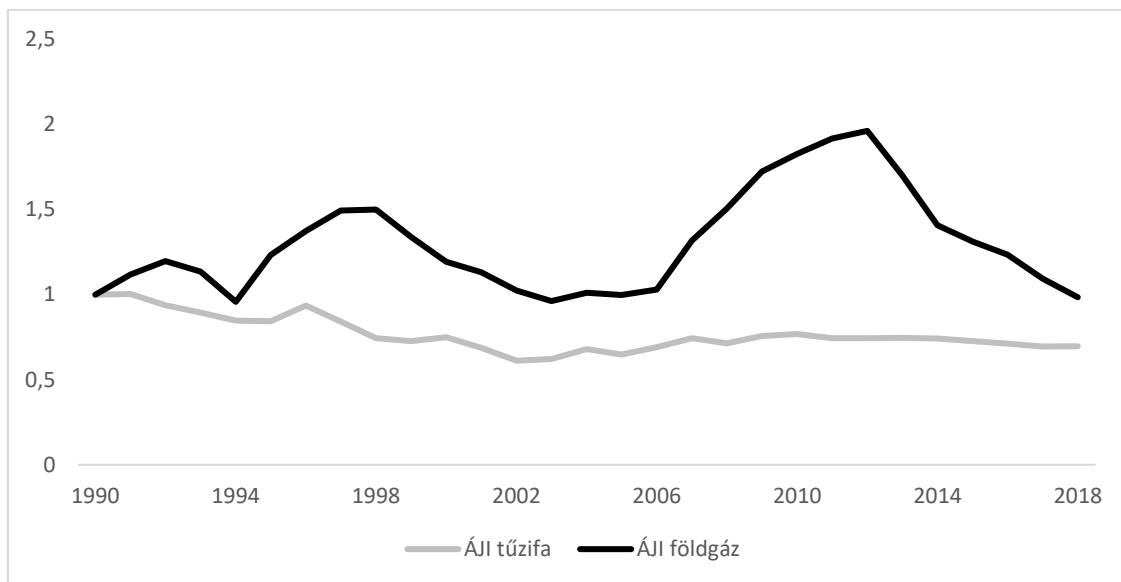
legnagyobb része, 49 százaléka a földgázhoz kötődik¹⁸. E két erőforrás elsöprő fölényel dominálja a lakossági fűtést és bizonyos körülmények között alternatívái is egymásnak, ezért összevetésüket megalapozottnak tartjuk.

Az említettek szerint először érdemes megvizsgálnunk, hogy a két erőforrás saját ára miként alakult a szóban forgó időszak alatt. Annak érdekében, hogy az árakat ne pusztán önmagukban, hanem a jólétváltozás egyik tényezőjeként írjuk le, a folyamatot a reálárak és reáljövedelem hányadosaként meghatározott ár-jövedelem indexek segítségével szemléltetjük (8. ábra). Hogy a változás könnyedén összehasonlítható legyen, az adatokat a bázis évre (1990) normalizáltuk. A mutatók azt kívánják érzékeltetni, hogy az árak és a jövedelem változásával modellezett jólét, miként változott a vizsgált 28 év alatt. Mivel mindkét index nevezőjében ugyanazok a jövedelemadatok szerepelnek, az eltérő értékeket kizárólag az árak különbözőségei okozzák.

Könnyedén leolvasható az ábráról, hogy a gáz használata sokkal nagyobb volatilitású és nagyobb terhet rótt a háztartásokra a tűzifa használatánál. A földgáz esetében az index nagy, felnövekvő kiugrásokkal szinte végig a „pozitív” ($1 <$) tartományban helyezkedik el, míg a fa esetében egy csökkenő, majd végig a „negatív” (>1) tartományban stagnáló tendenciát találunk. Vagyis a jövedelem növekedésénél a gáz árának növekedése nagyobb és dinamikusabb volt, míg a fa árának növekedése kisebb és lassabb. Tehát a jövedelmek emelkedésével együtt egységnyi földgáz felhasználása egyre nagyobb részt szakított ki a háztartások pénztárcájából, ellentétben a tűzifával. A grafiknról leolvasható a 2013-tól több lépésben bevezetett a földgázt érintő

¹⁸ Harmadik legnagyobb részesedése a villanynak van (17%), amelyet a távhő követ (8%). Elenyésző mértékben a kőszén felhasználása is jelen van a magyar háztartásokban (1,6%).

hatósági árazás (rezsicsökkentés¹⁹) hatása is. A csökkentett és befagyasztott ár, illetve a növekvő jövedelmek hatására a földgáz ár-jövedelem indexe fokozatosan csökken, dinamikusan közelíti a szabadpiaci tűzifa indexét.



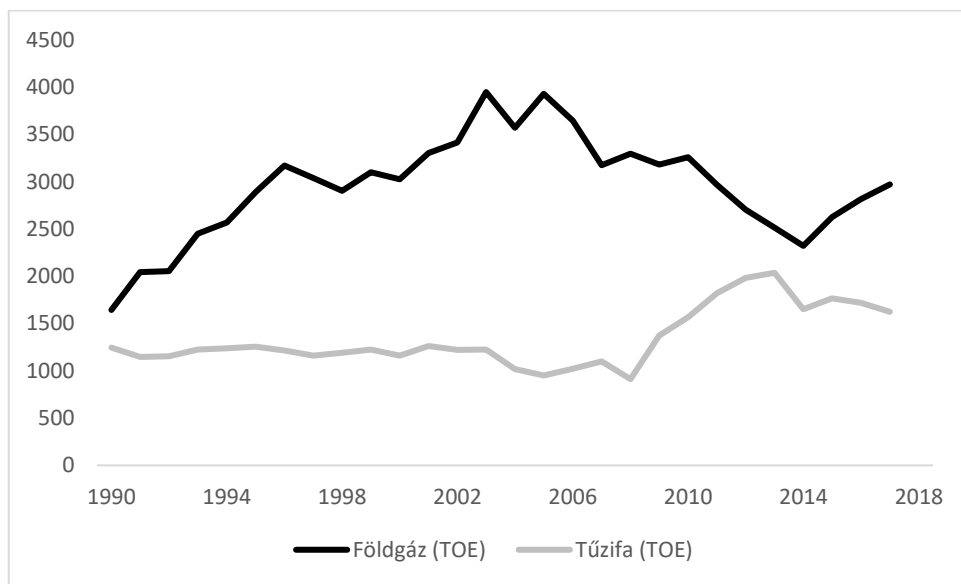
8. ábra: A tűzifa és a földgáz ár-jövedelem indexének alakulása 1990-es bázison, 1990 - 2018

Forrás: KSH, 2020

Habár messzemenő következtetéseket nem vonhatunk le az ábrából, a kirajzolódó kép azt sugallja, hogy a vizsgált periódusban (különösen 2006 és 2013 között) a földgázzal való fűtés egyre megterhelőbbé vált, növekvő árának ellenére úgy sejtjük, a tűzifa gazdaságosabb fűtést tett lehetővé. Ez alapján feltételezzük, hogy a fokozott tűzifa felhasználás a földgáz kárára történt, az „energialétrán” visszalépés következett be.

¹⁹ A magyar kormány fogyasztói tájékoztatója a rezsicsökkentésről: <http://www.kormanyhivatal.hu/download/2/09/01000/Lakoss%C3%A1gi%20t%C3%A1j%C3%A9koztat%C3%B3.pdf>

A fogyasztási adatok ábrázolását követően a kapott kép összecseng hipotézisünkkel (9. ábra). A stagnáló tűzifa-fogyasztás mellett a gázfogyasztás bővülését, majd a kétezres évek közepétől annak hanyatlását látjuk. 2008 után a tovább csökkenő gázfogyasztás mellett a fa felhasználása erőteljesen emelkedik, majd az utóbbi évek során a tendencia mindkét energiaforrás esetén megfordulni látszik²⁰.



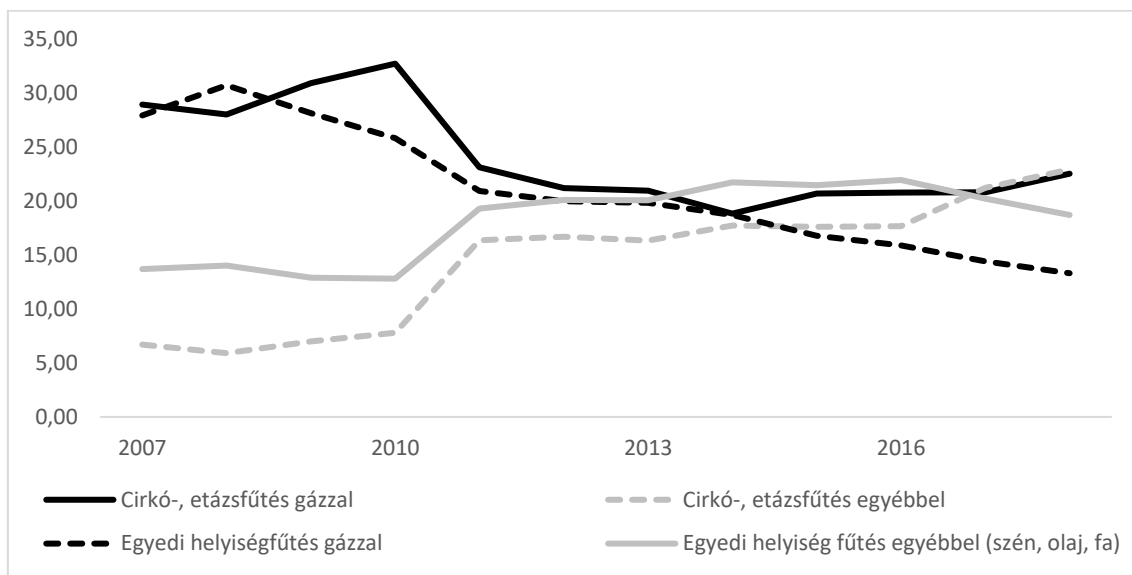
9. ábra: A magyar lakossági földgáz- és tűzifa-felhasználás alakulása (toe), 1990 - 2018

Forrás: Eurostat, 2020

A fogyasztók magatartásának megváltozása a lakások fűtési mód szerinti megoszlásán is meglátszik. A KSH adatai szerint 2010 és 2011 között számos háztartás állt át földgázt hasznosító készülékről (fekete vonalak) szilárd

²⁰ A fordulat oka vélhetően kettős: a gáz hatósági árának csökkentése (rezsicsökkentés) és a tűzifa szabadpiaci árának további emelkedése ösztönzőleg hat az előbbi energiaforrás fokozott, az utóbbi csökkenő fogyasztására.

tüzelőanyagot (főként tűzifát) hasznosítani képes készülékre (szürke vonalak) (10. ábra).



10. ábra: A magyar lakásállomány megoszlása a fűtés módja szerint (részlet; %), 2007 - 2018

Forrás: KSH, 2020

A radikális változásról Popp József (2013, old.: 435.) is beszámol tanulmányában: „... az utóbbi években a gazdasági nehézségek miatt a magyar lakosság mind nagyobb része tér vissza a gáztüzelésről a fával, fahulladékkal, illetve egyéb szilárd – gyakran veszélyes – anyagokkal történő fűtésre.”

A látottak alapján levonható következtetések csupán jelzés értékűek, azonban így is fontos folyamatokra irányítják figyelmünket. Úgy tűnik, a jövedelmek emelkedése és a hierarchia magasabb fokán álló energiaforrás árának dinamikusabb növekedése (8. ábra: különösen 2006 és 2013 között) arra sarkalta a fogyasztók jelentős részét, hogy gazdasági nehézségeik orvoslása gyanánt az „energialétra” alsóbb fokát, a tűzifa szintjét válasszák (9. ábra: főként 2010 és 2011 között). Ez alapján az „energialétra” hipotézist a következőképpen értékelhetjük: a modell az erőforrások hierarchiáját tekintve

nem kizárólagos, de elfogadható képet mutat, feltételezzük ugyanakkor, hogy a létrán való elmozdulást nem törvényszerűen a jövedelem változása indukálja, hanem az a tényező, amely az összes tényezőhöz mérten a leginkább befolyásolja a háztartások jólétét. Példánk esetében ez a tényező valószínűsíthetően a helyettesítő termék ára, avagy a tűzifa relatív ára volt.

Fontos hangsúlyoznunk azt az egyszerű tény, miszerint a „létrán” való mozgékonyág nagyban függ a rendelkezésre álló erőforrásoktól és technológiáktól. Bár e felismerés szinte önmagától értetődik, a valóságban igencsak komoly közgazdasági hatásokkal bír. Bizonyos vidéki térségekben a kereslet nem érzékeny a fa szűkösségére, avagy az árára, mivel hiányos infrastruktúra és/vagy piac révén a fa nem, vagy csak korlátozottan helyettesíthető más erőforrással (Arnold et al., 2006). Mivel az egyéb, modernebb tüzelőanyagok irányába történő elmozdulásnak előfeltétele a jobb alternatíva rendelkezésre állása is, ha nincs hova „feljebb lépni” piac vagy infrastruktúra híján²¹, a jövedelemmel együtt a tűzifafogyasztás tovább növekszik (Guta, 2014). Más oldalról nézve a csak tűzifára való támaszkodás esetében az erőforrás árának emelkedése nagyban hozzájárulhat a jellemzően egyébként is alacsony jövedelmű háztartások további szegényedéséhez, ha azok képtelenek az áremelkedés elől az „energialétra” magasabb fokára menekülni (Adeoti et al., 2001; Gyulai, 2010). Ilyen helyzetben, ha megdrágul a fa, vagy piac híján a gyűjtési idő (a fa alternatív vagy lehetőség költsége) emelkedik, a háztartások végső esetben a „létra” alsóbb fokára, a szalma és trágya fokára állnak, később ártalmas gyomokra, hulladéokra váltanak (Cooke St. Clair et al., 2001).

²¹ Gondoljunk akár a villamos energia-/földgázhálózat hiányára, a kőszén vagy az LPG hiányzó kínálatára.

Az alternatívák közötti választás lehetősége megkövetel egy bizonyos fejlettségi szintet, amelyet számos tanulmány a jövedelmek kontextusába is helyez. Démurger - Fouriner (2011) rávilágít, hogy a saját ár rugalmasság a jövedelmekkel együtt növekedik, ami azt sugallja, hogy a gazdagabb családok több választási lehetőséggel rendelkeznek. A választási lehetőségek „tárházának” egyik tipikus eleme – az energiahatékonyságot növelő beruházások mellett - az összetett tüzelőanyag használat (fuel stacking, multiple fuel use). Összetett tüzelőanyag használaton azt a jelenséget értjük, amikor a háztartások különféle technológiák (hagyományos és/vagy modern) együttes használatával elégítik ki energia szükségleteiket (World Bank, 2003). A különféle energiahordozók különféle célokra történő alkalmazása tipikus példája az összetett tüzelőanyag használatnak (pl. gáz – fűtés és melegvíz, áram – főzés és hűtés), de az eltérő energiaforrások ugyanarra a célra való alkalmazása is ebbe a fogalomkörbe tartozik (fa, szén, gáz - fűtés). Ez utóbbi jelenséghez kapcsolódó gyakori eset amikor egy fűtésre használt energiahordozó megdrágul (pl. földgáz), ezért a háztartás a számára gazdaságosabb forrást kezdi el alkalmazni (pl. szén).

Song et al. (2012) leírja, hogy az egyesült államokbeli háztartásoknál kiegészítőként jelenik meg a tűzifa használata a drágább fosszilis és villamos energia mellett, ugyanis alacsonyabb ára miatt alkalmas a fűtési költségek csökkentésére. Vaage (2000) Norvégia példáján fedez fel hasonló tapasztalatokat. A norvég háztartások többsége több különböző energiaforrás-alapú fűtő berendezéssel van felszerelve, így az árak változása szerint tudja váltogatni az éppen felhasználni kívánt energiahordozót. Ez a stratégia a hasznosított erőforrások keresleti rugalmasságát eredményezi (-1,29 – -1,24). Általánosítva a jelenséget elmondható, hogy az energiahordozók saját ár rugalmassága aszerint nő, minél több „lábon áll” egy lakás, már, ami a

különböző tüzelőanyagok használatát biztosító készülékek rendelkezésre állását illeti.

Couture et al. (2012) elemzése arra mutat rá, hogy a fa árrugalmassága felhasználási kategóriánként eltér, azaz más, ha alap-energiaforrásként használják és más, ha csak kiegészítő (back-up) jelleggel. Amennyiben az előbbi helyzet áll fenn - mint a szegény háztartások legtöbbjénél -, akkor a felhasználás mértékét jelentősen meghatározza a fa ára. Ez esetben negatív kapcsolatban áll a jövedelemmel, összhangban az „energialétra” hipotézissel. Saját árrugalmassága ekkor (Franciaországban) -0,42, vagyis a kereslete rugalmatlan. A szegénység (szegényedés) és a tűzifa alap-energiahordozó volta közötti kapcsolatot a magyar állapot is jól érzékelteti. Így ír erről a Századvég kutatóközpont: „A másodlagos fűtésre használt energiahordozó 2008-ban még döntően (97 százalékban) hagyományos energiahordozó volt és az elsődleges gázfűtést egészítette ki. 2012-ben a hagyományos energiahordozók aránya a másodlagos fűtésen belül 88%-ra csökkent, és 9%-ban gázt használtak másodlagos forrásként az elsődlegessé váló fafűtés mellett (Századvég, 2014, old.: 28.)”

Ha az „energialétra” és az összetett tüzelőanyag használat modelljeit hasonlítjuk egymáshoz, részint ellentmondásba ütközünk, részint viszont megerősítést nyerünk. Ahogy Masera et al. (2000, old.: 2085.) írja: „Megállapítottuk, hogy családok esetében nem megszokott, hogy teljes tüzelőanyag váltást hajtsanak végre egyik technológiáról a másikra; inkább egy újabb technológiát alkalmaznak, anélkül, hogy lemondanának a régiről.” Habár a gazdagodás arra ösztönzi a háztartásokat, hogy (többet) fogyasszanak a fejlettebb energiahordozókból, a gyakorlatban nem feltétlenül mondanak le a primitív forrásokról, csupán egy bizonyos szintig redukálják az elfogyasztott mennyiségüket. Ebből arra következtethetünk, hogy az „energialétra”

hipotézis jobbra az összetett tüzelőanyag használathoz tartozó folyamat, de nem önmagában létező jelenség (Masera et al., 2000; Guta, 2014).

Démurger - Fouriner (2011) úgy nevezett „padló” effektust fedez fel a tüzelőanyag váltás folyamatában. Tanulmányukban azt írják, a jövedelmek növekedése csökkenti a tűzifa felhasználását, azonban nem szünteti meg teljesen, csupán egy bizonyos szintig, a „padlóig” redukálja azt. Lee et al. (2015) tanulmánya is a „padló” effektus jelenségét erősíti. Az indonéz kormány támogatások segítségével növelte a háztartások LPG fogyasztását, ám az erdészeti biomassza-felhasználás helyett a korábban támogatott kerozin csökkent csak látványosan. A háztartások nem mondtak le a hagyományos fatüzelésről.

Fontos kiemelni, hogy egy ország/a háztartások (fűtési) energiahordozó-szerkezetét számos tényező befolyásolja. A jövedelmeken és az árakon túl egyéb faktorok is jelen vannak, amik meghatározzák a „létrán” való elmozdulás lehetőségeit. Ezeket Kowsari - Zerriffi (2011) a következők szerint tipizálja:

- | a) Endogén (háztartáson belüli)
változók | b) Exogén (háztartáson kívüli)
változók |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Gazdasági változók (jövedelem, költségek, föld)• Nem-gazdasági változók (képzettség, család mérete, nem és kor szerinti megoszlása)• Viselkedési és kulturális változók (hagyomány, hiedelem, társadalmi státusz) | <ul style="list-style-type: none">• Fizikai környezet (hőmérséklet)• Szabályozás (energiaforrások, támogatások, piacok, kereskedelem)• Energiahordozó kínálati tényezők (infrastruktúra, piac)• Energiát fogyasztó berendezések jellemzői |

A gazdasági változókon túl nagyon lényeges a nem-gazdasági, például demográfiai tényezők szerepe. A háztartásban élők kor, nem, képzettség szerinti megoszlása erősen hat az energiahordozó mix összetételére. A családi házban élők több fát fogyasztanak a lakásban élőkénél. A háztartásban élők száma és a fafogyasztás között pozitív a kapcsolat (Arabatzis - Malesios, 2011). Nem elhanyagolható a kulturális szempontok szerepe sem. Néhány tanulmány hangsúlyozza, hogy bizonyos esetekben gazdasági változók figyelmen kívül hagyása nélkül döntenek a tűzifa-felhasználás mellett (pl. mexikói tortilla sütés (Masera et al., 2000; Guptaa - Köhlin, 2006). A külső környezetből fakadó, úgy nevezett exogén változók közül legalább ennyire releváns, hogy az állam mely energiaforrások esetében avatkozik be a piaci folyamatokba (pl. hatósági árak vagy adók által) előnyhöz vagy hátrányhoz juttatva így bizonyos erőforrásokat. Összegezve a különféle tényezőket Gupta - Köhlin (2006) hármat emel ki közülük, amelyek a leginkább befolyásolják a modern tüzelőanyagokra való átváltást. Ilyen a kényelmesség, az ár, és az energiaforrás rendelkezésre állásának megbízhatósága.

Mindezekre azért kívánjuk felhívni a figyelmet, hogy nyomatékosítsuk, a tüzelőanyag használat változása nem írható le pusztán két piaci tényező alapján (jövedelem, árak), hiszen számos egyéb tényező jelen van a fogyasztói döntések meghozatalakor. Vizsgálódásunk célkeresztjében az a két piaci változó állt csupán, amellyel Hosier - Dowd (1985) is leírta a modell működésének mechanizmusát (és amelyek a keresletelmélet tényezői). A távoli országok gyakorlatias példái világítanak rá igazán arra, hogy a „kemény”, a könnyedén számszerűsíthető tényezőkön túl fontos szociokulturális elemek is befolyásolják a fogyasztók viselkedését, amelyeket nem vagyunk képesek számok formájában a modellünkbe paszírozni. Fontos látnunk azt, hogy nagyon sok hatótényezőt nem tudunk leírni mennyiségileg értelmezhető változókkal, holott ezek az információk egyenértékűek lehetnek

a számszerűsíthető társaikkal. Ezt minden ökonometriai vizsgálatkor szem előtt kell tartanunk. Például hiába sejteti minden kemény tényező (gázár, jövedelem, iskolai végzettség stb.) azt, hogy egy fogyasztó gáz-alapú technológiát fog használni (bizonyos) ételei elkészítéséhez, ha ezt a sejtést keresztül húzzák a hiedelmei és az ízlése. A tortilla fával sütvé sokkal jobb, finomabb, mint gázzal, és sokkal autentikusabb is – mondhatná egy mexikói, és ez az összefüggés nem, vagy csak nagyon kis mértékben és indirekt módon jelenne meg egy matematikai modellben. Az említett indonéz példa is ilyesféle összefüggés érzékeltetésére hivatott: a hatásos szabályozás, támogatások ellenére az emberek a tradíció és az ízlésük miatt nem mondtak le a tűzifáról. Ezen példákából kivehető általános logika átfordítható hazánkra is. Az évek alatt megpróbáltunk minél több emberrel beszélgetni a fűtési szokásairól, különös tekintettel a falusiakra. Többször is találkoztunk azzal, hogy „a fából származó meleg sokkal jobb a gázénál, és hogy a tűzifán főtt halászlé, vagy pörkölt messzemenően ízletesebb a gázon készülnél.” Találkoztunk olyan véleménnyel, miszerint azért preferálják a fát, mert a gáz robbanásveszélyes, és olyan, ami a fa biztos rendelkezésre állását hangsúlyozta köszöhetően a hazai kitermelésnek. A távoli országok példái ilyesféle összefüggésekre hívják fel a figyelmet, amik nem elhanyagolhatók a kereslet alakulása szempontjából. Természetesen szívesen használnánk közelebbi országok példáit, de sajnos e téma nem számít népszerű kutatási területnek a világ „nyugati felén”. Arányait tekintve nagyon kevés az olyan elemzés, amely a fejlett világról készült. A fafelhasználással kapcsolatos problémák miatt a fejlődő világból érkezik az ilyesféle tanulmányok java.

Habár a biomassza több szempontból is az energetika egyik legvitatottabb területének számít, lakossági felhasználásáról meglehetősen kevés átfogó közgazdasági elemzés látott napvilágot a fejlett és a közepesen fejlett országok, így Magyarország tekintetében is. Tudomásunk szerint hazánk esetében nem

készült még ökonometriai elemzés a háztartási tűzifa-felhasználásról. Munkánkkal ennek a hézagnak a kitöltéséhez is igyekszünk hozzájárulni. Az itt leírtakhoz valamelyest hasonló szemléletű kutatást Sebestyén Szép Tekla (2018) készítette el a lakossági földgáz felhasználás vizsgálatokor. A dolgozat a dekompozíciós módszerek közül az index kompozícióval dolgozik, hiszen az elemzés magas aggregáltságú adatokra épül (népesség, jövedelem, árak, energiaintenzitás, hőmérséklet stb.), s célja az elmozdulás hatótényezőinek számszerűsítése.

Bár a témánkat csak közvetetten érinti, érdemes említést tennünk a hazai biomassza (így tűzifa) -felhasználás vonatkozásában talán legfontosabb és nagy port kavaró tanulmányról, amely 2009-ben született a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpontban, Szajkó Gabriella vezetésével (Szajkó et al., 2009, 2009a). A kutatás – többek között – feltárja az erdőgazdálkodás és a tűzifapiac hazai sajátosságait, felhívva a figyelmet a nagymértékű törvénytelen kitermelésre és értékesítésre, valamint kitér a háztartási fogyasztás néhány aspektusára is. Csakugyan fontos folyamatokra irányítja rá figyelmünket a Századvég (2014) munkája. A dolgozat a háztartási statisztikákat veszi alapul, hogy bemutassa a háztartási energiahordozók árváltozásainak a fogyasztásra gyakorolt hatásait. Mindkét kutatás kiváló munka, számos releváns megállapítással, viszont egyik sem foglalkozik részletekbe menően az energiaátmenet folyamatával, vagy bonyolultabb mikroökonómiai összefüggésekkel.

2.6. A lakossági tűzifafogyasztás ökonometriai modellezésének megjelenése a szakirodalomban

Az energiafelhasználás mikéntje erősen hat egy régió környezetének állapotára és a régiót lakó emberek egészségére, fontos, hogy milyen erőforrást, mekkora mennyiségben, milyen technológia által hasznosítunk. Gyakorta lehetünk

szemtanúi annak, hogy a pusztán piac diktálta, rövid távú gazdasági logika nincs összhangban a természettel, erősen károsítja azt az abban élő emberrel együtt. A külszíni kőszén-, vagy olajhomokbányászat, az erdők tarra vágása látványos degradációt okoz, de egyre többen vannak tudatában a tüzelőanyagok elégetéséből származó üvegházhatású gázok és más láthatatlan anyagok káros hatásainak is. Ha tehát a folyamatok maguktól a fenntarthatatlanság felé hatnak, szükséges azokat jobb irányba terelni valamiféle beavatkozás, szabályozás által. Ahhoz, hogy jó helyen, jó módszerrel változtassunk a dolgok állásán, meg kell értenünk, hogy milyen tényezők alakítják a fogyasztók döntéseit, mi miatt viselkednek úgy, ahogyan. Ebben lehet segítségünkre a fogyasztók viselkedését (fogyasztását) apró komponensekre bontó modellezés.

A háztartási tűzifafogyasztás tanulmányozása főként a fejlődő országokra jellemző, a világ „nyugati” részén többnyire marginális kérdésként tartják számon. Ez nem meglepő, hiszen a fejlődő világban még mindig a tűzifa az egyik legfontosabb energiahordozó legyen szó fűtésről, főzésről vagy melegvíz előállításról, ezzel szemben a világ gazdagabbik felén „ugyanaz” a fa csak egy sokadrangú, de leginkább kényelmetlen forrása az energiának. Ám nem csak a felhasználás mennyiségében, de a környezeti hatások megítélése terén is különbség mutatkozik a világ két fele között. A fejlődő régiókban a tűzifafogyasztást a környezetre inkább káros tevékenységként tartják számon, ami az erdők pusztulásához, talajerózióhoz, üvegházhatású gázok kibocsátásához, magas részecskeszennyezettséghez, ez utóbbi révén pedig komoly egészségügyi problémákhoz vezet (Jumbe - Angelsen, 2011; Karimu, 2015; Chen et al., 2016; Ifegbesan et al., 2016; Rahut et al., 2016).

Ezzel ellentétes álláspontot leginkább a gazdag országokban találunk, ahol a fa felhasználására úgy tekintenek, mint egy kiváló fegyverre a klímaváltozás

elleni harcban²², amely ráadásul helyi erőforrás lévén növeli az ellátásbiztonságot, esetleg munkahelyeket is teremt (Arabatzis - Malesios, 2011; Song et al., 2012, 2012a; Lillemo - Halvorsen, 2013).

Ezek alapján nem csoda, hogy amíg a fejlődő térségekben a fa felhasználása helyett a modern, tisztább energiahordozók fogyasztását kívánják serkenteni, addig a fejlett világban a szénintenzív technológiák környezetbarát alternatíváját látják e szilárd biomasszában és más megújuló energiahordozókban. Ekképpen a fafelhasználás ökonometriai modellezése ellentétes célokat szolgálhat attól függően, hogy a világ melyik pontján járunk. Így azonosításukat követően a legfontosabb hatótényezők állami szabályozását hol a tűzifafogyasztás növelésének, hol a csökkentésének szolgálatába állítják.

Amint már utaltunk rá, a tűzifafogyasztás ökonometriai vizsgálatának kiinduló pontja legtöbbször valamiféle környezeti és/vagy egészségügyi probléma, amely nemzeti célként a fafogyasztás csökkentését irányozza elő. Általános gondot okoz a kitermelés okozta erdőpusztítás, valamint a fa elégetéséhez köthető légzőszervi, illetve szív- és érrendszeri betegségek kialakulása. Többek között ezen problémafelvetésekkel él van Kempen et al. (2009) Guatemaláról készített tanulmányában, Jumbe - Angelsen (2011) Malawi példáján, Schueftan - González (2013) és Schueftan et al. (2016) Chile esetében, van der Kroon et al. (2014) Kenya példáján, Karimu (2015) Ghánáról

²² Bár korábban az Európai Unió támogatását is élvezhették a biomasszás technológiák, mára a közösség jócskán felülbírálta korábbi álláspontját. A bioenergetikai technológiák jelentős része nem, vagy csak korlátozott mértékben tekinthető környezetbarátnak, így a közvetlen energetikai célú biomassza termelés helyett mára csak a melléktermékek hasznosítását látják a legtöbben indokoltnak (Dinya, 2018). Egyszerre eltérően és hasonlóan vélekedik Popp – Bai (2018. old.: 1206.): „az erdészeti biomassza eltüzelése helyett a jövőben az energianövények termesztésére és a mezőgazdasági melléktermékekre lenne indokolt hangsúlyt fektetni.”

szóló tanulmánya, Rahut et al. (2016) Bhután esetében, Chen et al. (2016) Kínáról készült elemzése, Ifegbesan et al. (2016) Nigéria esetében. Érdekes An et al. (2002) szemlélete, amely túlmutat a hagyományos értelemben vett bajokon, így azért is tartja különösen aggasztónak a vizsgált kínai régió erdejeinek pusztulását, mert az egyszerre jelenti a fenyegetett státuszú óriáspandák élőhelyének szűkülését is.

A világ más pontjain, jellemzően Észak-Amerika és Európa országaiban, a fafogyasztás bővülését klímavédelmi, ellátásbiztonsági okok miatt tekintik kívánatosnak. Arabatzis - Malesios (2011) Görögország szemszögéből a 2020-ig teljesítendő megújuló energia-arány elérése érdekében tartja indokoltnak a tűzifa fokozottabb felhasználását, s az erre való ösztönzést. Song et al. (2012, 2012a) az Egyesült Államokat vizsgálva írja le, hogy az országban az üvegházhatást okozó gázok és az importfüggőség csökkentése miatt ösztönzik a fa energetikai célú használatát, bár a lakosságra koncentráció támogató szabályozás nincs kidolgozva. Lillemo - Halvorsen (2013) a norvég kormány álláspontját írja le, miszerint a tűzifa előnyös klímaügyi szempontból, ezért ösztönzik annak felhasználását.

Az ökonometriai elemzés eredményei hozzájárulhatnak a hatásos szabályozás kialakításához. Az alábbiakban egyes kutatások eredményeinek gyakorlati jelentőségét fogjuk bemutatni, amelyek hol a fogyasztás bővítését, hol annak csökkentését hivatottak szolgálni.

Leach (1992) szenegáli és indiai példák segítségével emeli ki, hogy habár a modernebb, a szilárd tüzelőanyagok helyettesítését lehetővé tevő energiaforrások támogatása jó ötlet, az sokkal inkább segíti a középosztály

többletfogyasztását, mint sem az alsóbb rétegek energiaátmenetét²³. Ebből fakadóan ő a modern berendezések támogatását, avagy a tőkeköltségek mérséklését látja a leghasznosabb szabályozásnak.

An et al. (2002) leírja, hogy a jövedelemnek, az áramszolgáltatás minőségének és árának számottevő hatása van az áramfogyasztásra. Kiemeli azt is, hogy tájékoztatók, kampányok, képzések által növelhető a felhasználók tudatossága, így elősegíthető az energiaátmenet.

Arabatzis - Malesios (2011) felfed néhány fontos következményt a tudatosság kapcsán. Eszerint a globális problémák ismerete pozitívan korrelál a felfogyasztással. Azok tehát, akik környezettudatosabbak, úgy vélik, a fatüzeléssel kevesebbet ártanak a bolygónak, mint a fosszilis tüzelőanyagok használatával. A dolgozat emellett arra is rávilágít, hogy a megújuló energiák népszerűsítése csökkenti a biomassza-fogyasztást, és növeli a modernebb alternatívák (pl. napenergiás technológiák) alkalmazását. Az informáláson túl az infrastruktúra létezése/fejlettsége is erős hatást gyakorol a keresletre (a kínálat megoszthatóságára).

Jumbe - Angelsen (2011) arra hívja fel a figyelmet, hogy a fagyűjtés tiltása általában véve semmilyen hatással nincs a háztartások gyűjtési szokásaira, így az nem járul érdemben hozzá az erdők védelméhez. Emiatt látják fontosnak az erdők telepítését, avagy a kínálat fenntartható módon való bővítését.

²³ Hasonló következtetésre jutott a Századvég (2014) is a magyarországi rezsicsökkentés kapcsán: „A fűtési célú kiadások nagyságát vizsgálva elmondható, hogy a vezetékes energiahordozók árának csökkentése jóval nagyobb arányban segíti a jobb körülmények között élő, magasabb jövedelemmel rendelkező rétegeket. A szegényebb rétegek az elmúlt időszakban – amennyire módjuk nyílt rá – átrendezték fogyasztásukat a relatíve olcsóbb fa felé.”

Song et al. (2012) eredményei értékelését követően arra jutott, hogy a szabályozás három legfontosabb területének az (relatív) árak, a jövedelem és a lakások alapterülete tekinthető, hiszen ezen tényezők hatottak leginkább a fafelhasználás mértékére. A nem faalapú energiaforrások jól helyettesíthetők fával, így azok árának növelése pozitívan hat a fa keresletére, amelynek növelése a cél. Ennek elérésének egyik népszerű módja a fosszilis energiaforrások adóztatása. Csakugyan a kereslet fokozásának eszköze lehet a fejlett, nagy hatékonyságú, kényelmes technológiák terjesztése adókedvezmények segítségével.

Song et al. (2012a) a top-down szemlélet révén fontos időbeli csúszást hangsúlyoz: a fosszilis energiaforrások árának, valamint a bérek változásának tűzifafogyasztásra gyakorolt hatása 2 éves csúszással jelenik csak meg a statisztikákban, azaz a fogyasztók viselkedésében. A fafogyasztás növelésének érdekében a hatékony berendezések gazdasági szabályozás általi terjesztését tartja indokoltnak, hiszen az Egyesült Államokban a faalapú fűtési technológia a legolcsóbb, ám kényelmi, szabályozhatósági okok miatt elutasítják a felhasználók.

Lillemo - Halvorsen (2013) legfontosabb eredményei azt mutatják, hogy azokat a tényezőket, amelyek szignifikánsan hatnak a fogyasztásra nagyon nehéz közvetlen szabályozás által elérni - kivétel ez alól az ár, így a beavatkozási javaslatok fókuszába ez kerül. Míg a jövedelem szerepe elhanyagolható, addig a fa ára erős negatív kapcsolatban áll a fogyasztással, ám mivel az Norvégiában nem tartalmaz adót, csak relatív értelemben befolyásolható a helyettesítő termékek árainak szabályozásával (pl. villany, gáz). Ez a beavatkozás kevésbé hatékony a direkt ráhatásnál, mivel a vizsgált kereszt-árrugalmasság igen alacsony. A szabályozás másik, ugyancsak közvetett módja a kínálat szabályozása, ami - állandó keresletet feltételezve - kiszámítható módon hat a fa árára. Mivel a tanulmány a fakereslet élénkítését

célozza meg, további lehetőségként tartja számon a kevesebb munkát, bajlódást igénylő kazánok népszerűsítését, támogatását, amelyek kívánatosabb energiahordozóvá tehetik a tűzifát, a fapelletet.

Karimu (2015) a jövedelmek és az iskolázottság növelését, az energia és a készülék árak csökkentését tartja indokoltnak az energiaátmenet dinamizálása érdekében. Csakugyan fontos a modern infrastruktúrához való hozzáférés, hiszen hiába a szándék és a vásárlóerő, ha nincs kínálata a fenntarthatóbb alternatíváknak. Vagyis az államnak hozzá kell járulnia az ilyesféle beruházásokhoz. A rurális térségekben a korlátozott adottságok miatt különös hangsúlyt igényel a biomassza-felhasználás hatékonyságának növelése, valamint a fenntartható erdőgazdálkodás bővítése.

Chen et al. (2016) arra mutat rá, hogy kardinális különbség van a hegyvidéki és az alföldi felhasználók viselkedése között. Ennek oka az, hogy az alföld lakói jobb munkalehetőségekkel rendelkeznek, magasabb bért kapnak, így hajlamosabbak a modernebb (drágább) erőforrások használatára, mint a hegyvidéki térségben élők. Ebből adódóan fontos, hogy a szabályozás kialakításakor figyelembe vegyék a regionális különbségeket, s a lokális helyzethez illő megoldások szülessenek. Kiemeli továbbá az árak, a jövedelem és az iskolázottság fontos szerepét, s felhívja a figyelmet a tisztább energiahordozók és technológiák árának csökkentésére, a jövedelem és az iskolázottság fokozására. Ezek az intézkedések képesek lehetnek hozzájárulni az energiaátmenet fokozásához, a kevesebb biomassza és több modernebb erőforrás fogyasztásához, ezáltal a környezet minőségének javításához is.

Rahut et al. (2016) a jövedelmek és az iskolázottság növelését, a helyettesítő termékek kínálatának bővítését ajánlja a tűzifa modernebb energiahordozókra való cseréléséhez.

A fenti eredmények alapján a fafogyasztás befolyásolásához nyolc (7+1) nagy általános területet jelöltünk ki, amelyet érdemes szem előtt tartanunk függetlenül attól, hogy a kereslet növelése vagy a csökkentése a cél. A területeket és az azokba történő gyakori beavatkozásokat az 1. táblázatban foglaltuk össze. Fontos látni, hogy míg az első hat területre közvetlen ráhatásunk lehet, amely már rövid távon érvényesül, addig az utolsó kettő területre hosszabb távon, inkább csak indirekt módon hathatunk. Valószínűsíthető ugyanakkor, hogy a gyors és hatásos beavatkozások is csak 2-3 év múlva fejtenek ki érdemi hatást (Song et al., 2012a).

Mivel a kínálat erdőtelepítések általi növelése csak a hosszabbtávú eszközök közé sorolható, rövid- és középtávon a gazdasági célú erdők arányának növelése, az eddig be nem takarított, de betakarítható erdők vágása jelenhet megoldást. (A fásszárú energetikai ültetvények létjogosultságát elsősorban az erőművi/fűtőművi hasznosítás szemszögéből érdemes fontolóra vennünk (Bai – Sipos, 2013).) Piaci eszközök közül az adócsökkentés (pl. általános forgalmi adó), a kedvezmények, az ártámogatás is számításba jöhet. A fogyasztás csökkentését célzó saját árpolitikát nem határoztunk meg, hiszen ez a termék árának növelését jelentené, ami csak tovább rontaná az egyébként is szegény háztartások életszínvonalát. Vásárlóerő híján, drágább árak mellett a háztartások a fogyasztásuk visszafogásával (még nagyobb) energiaszegénységbe esnének – kiteve magukat így számos betegségnek (Schueftan et al., 2016) -, és/vagy a háztartási szemét szintjére „állnának” (Leach, 1992), amely már nem csak a felhasználók, de a régió lakosainak egészségét is veszélyeztetné.

A fafogyasztás növelését célzó jövedelem- és oktatáspolitikát két felé kell választanunk a felhasználás színvonala szerint. Magas színvonalú, potenciális környezeti előnyökkel rendelkező felhasználásnak tekintjük a jó minőségű kazánokban és jól szigetelt épületekben történő, minél inkább lokális

alapanyagú fatüzelést, a biobrikett és a fapellet korszerű felhasználását²⁴. Ezen körülmények, berendezések terjesztésének kedvez a bérek emelését támogató jövedelempolitika. A megnövekedett jólétnek (és tudatosságnak) köszönhetően a felhasználóknak lehetőségük nyílik hatékonyabb, modernebb, egy úttal drágább készülékek vásárlására. A tudás, a tudatos viselkedésminták kialakításában és átadásában jelentős szerep hárul a mai kor igényei szerint alaposan megtervezett „zöld” oktatáspolitikára (Berényi – Deutsch, 2020). Más oldalról nézve a jövedelmek csökkenése és a tudatosság apadása is vezethet megnövekedett fafelhasználáshoz, de természetesen ezen folyamatok elősegítése nem lehet szabályozói feladat, még ha ez egyes esetekben az energiapolitikai célkitűzések irányába is hatna.

Az energiaátmenet szabályozói támogatásán túl szólnunk kell azokról a támogatásokról is, amelyek a lakások szigeteltségének minőségét kívánják fokozni. Ez a törekvés független a tűzifa megítélésétől, és nem is a tüzelőanyagváltásra akar hatni. Az energiahatékonyság (és -takarékoság) növelésével elérhető megtakarítás az egyik legmagasabb prioritás (kell, hogy legyen) minden ország esetében, hiszen ahogy mondani szokás, a legolcsóbb energia az, amit nem kell megtermelnünk. Ennek értelmében tüntettük fel az energiahatékonyság című sort a táblázatban, s feltételezzük azt, hogy a lakások energiahatékonyságának fokozása kiváló eszköz a tűzifafogyasztás csökkentése érdekében²⁵. A sejtésünk nem megalapozatlan, Schueftan et al. (2016) kutatása arra hívja fel a figyelmet, hogy a lakás energiahatékonyságának fokozása a legfontosabb feladat, e nélkül a

²⁴ Lásd bővebben: Bai et al., 2008.

²⁵ Ezzel együtt fenntartjuk az energiahatékonyság növekedésének hatására bekövetkező többlet fogyasztás lehetőségét is, avagy egy tipikus ökológiai/Jevons-paradoxon jelenlétét. Lásd bővebben: York, 2008; Sebestyén Szép, 2013.

tüzelőberendezés cseréje nem, hogy nem javít, de még ronthat is a környezet állapotán.

1. táblázat: A háztartási tűzifa fogyasztásra ható tipikus területek és az azokba való beavatkozás lehetséges módjai

Forrás: saját táblázat a dolgozatban feldolgozott szakirodalom alapján

A szabályozói beavatkozás lehetséges területei	A szabályozói beavatkozás módja, ha a cél a tűzifa fogyasztás ...	
	... növelése	... csökkentése
A fa ára	Árcsökkentés a kínálat növelése által, adócsökkentéssel, kedvezményekkel, ártámogatással; ingyenes faosztás	-
A helyettesítő termékek ára	Áremelés adóztatás által	Árcsökkentés adócsökkentés által, támogatással
Fűtőberendezés	Pénzügyi támogatás fakazánokra, adókedvezmény	Pénzügyi támogatás nem fa alapú fűtőberendezésekre, adókedvezmény
Energiahatékonyság	-	Szigetelés és nyílászárók korszerűsítésének támogatása
Infrastruktúra léte/állapota	Szállítási utak építése	Gáz-, esetleg villanyhálózat kiépítése
Tudatosság	Oktatás, kampány	
Jövedelem	Bérek növelése, progresszívebb jövedelemadó politika	
Iskolázottság	Korszerű oktatás, idegennyelv-tudás fejlesztése, „zöld” viselkedésminták átadása, a tanulás költségeinek csökkentése	

3. A fa- és szemétégetés vizsgálata többváltozós lináris regressziós modellek segítségével (Anyag és módszer)

3.1. A modellezés eltérő irányú megközelítései: top-down és bottom-up módszerek

Swan - Ugursal (2009) összefoglaló tanulmánya alapján azt mondhatjuk, hogy a háztartási energiafogyasztás modellezése két irányból közelíthető meg: „fentről” vagy „lentől”. A magasabb aggregáltsági szintről az alacsonyabb felé irányuló módszereket – az angolnyelvű terminológiával élve - top-down, az ezzel ellentétes irányúakat bottom-up módszereknek nevezzük. Az aggregáltsági szint egyben területi szintet is jelöl, amelynek egyik végén egy ország (annak területén eloszló lakossággal), másik végén egy telephely szintjén álló háztartás vagy azok csoportja áll. A top-down modellek a háztartások aggregált adatai alapján tulajdonítanak viselkedési mintákat a lakossági szektort alkotó egyes háztartásoknak. A bottom-up modellek háztartások vagy háztartás csoportok adatait elemezve terjesztik ki eredményeiket a teljes lakossági szektorra.

A top-down modellek a szektor energiateljesítményét az abban bekövetkező hosszútávú folyamatok változásaként értelmezik, erősen hangsúlyozva a kínálati tényezők alakulását. Az elemzéshez főként makrogazdasági változókat használnak fel, mint például a GDP-t, a foglalkoztatási rátát, a jövedelmeket vagy az árakat, de számításba vesznek az időjárással és a lakásállománnyal kapcsolatos információkat is. E kategórián belül két csoportot különböztetünk meg, az ökonometriai szemléletű és a technológiai szemléletű top-down modelleket. Míg az előbbi csoport elsősorban az ár és a jövedelem változását veszi számításba, addig az utóbbi az energiafogyasztást a lakásállomány egyik általános jellemzőjeként vizsgálja. A top-down modellek előnyei közé sorolható az inputok, vagyis az aggregált historikus adatok könnyedebb

elérhetősége, s a megbízhatóbb előrejelzésre való képesség. Hátrányai közé elsősorban a technológiai változásokra való érzéketlenség tartozik. A modell nem tud mit kezdeni a folytonos technológiai fejlődéssel, képtelen azok várható hatását az előrejelzéseibe integrálni. További gyengesége a top-down megközelítésnek, hogy nem képes olyan konkrét területek azonosítására, amelyek az energiahatékonyság fokozásának potenciális szegmensei lehetnek.

A bottom-up modellek kiindulási pontjai a végfelhasználók, a háztartások vagy a háztartáscsoportok. A statisztikai szemléletű bottom-up modellek historikus adatok alapján főként regresszió analízissel rendelik az energiafogyasztás alakulását az egyes végfelhasználóhoz, majd reprezentálják velük a teljes szektort. A mérnöki szemléletű bottom-up modellek műszaki megközelítéssel, a berendezések és az energiafelhasználás fizikai jellemzői, termodinamikai kapcsolataik alapján írják le a fogyasztók magatartását. Hátrányuk forrása megegyezik az előnyükével, ami a precíz és részletes adatigény, és az abból nyerhető részletesség. A lakás tulajdonságairól, a háztartási berendezések típusairól, a hőmérsékleti jellemzőkről szóló adatok legtöbbször kérdőíves felmérésből vagy az energia szolgáltatóktól származnak. Kellően pontos mennyiségi és minőségi kritériumoknak kell megfelelniük, hogy reprezentatív mintát alkossanak a szektor egészének értelmében. Az ilyen adatokhoz való hozzájutás és azok feldolgozása gyakran nem egyszerű feladat.

Függetlenül attól, hogy az elemzés célja a fogyasztás fokozásának vagy mérséklésének megalapozása, a legfontosabb feladatunk az, hogy azonosítsuk a keresletre ható tényezőket. Amint sikerül konkretizálnunk azokat, és megismernünk a hatásaik irányát és mértékét, gondolkodhatunk arról, hogy milyen hatósági intézkedésekkel segíthetjük elő vagy korlátozhatjuk működésüket. A fogyasztás elemekre való felbontása lehetővé teszi számunkra azt, hogy külön-külön lássuk az egyes hatótényezők szerepét a nagy egészben – esetünkben a háztartási tűzifafogyasztásban és szeméttégetésben.

Kutatásunk alapján azt mondhatjuk, hogy lényegesen gyakoribbak a bottom-up megközelítésű modellek, amelyek jellemzően egyetlen év kérdőívekből származó adatait dolgozzák fel.

An et al. (2002) az energiaátmenet ösztönzése céljából vizsgálta a fafogyasztást. A kutatáshoz a diszkrét választás módszerének (discrete choice model) felhasználásával gyűjtött adatokat interjúk során. Az adatokat bináris logit modellel elemezte.

Jumbe - Angelsen (2011) és Karimu (2015) multinomiális probit modell használatával vizsgálta a háztartási fatüzelést, olyan „szokásos” független változók segítségével, mint a kor, nem, iskolázottság, jövedelem, ár stb. Arabatzis - Malesios (2011) azt kutatta, hogy mely tényezők segítségével növelhető a lakossági fafelhasználás Görögország 2020-ra vonatkozó energetikai céljai teljesítése érdekében. Gazdasági, demográfiai, lakással kapcsolatos magyarázó változókat használva, hipotéziseit többszörös általánosított lineáris regressziós modell (multiple linear generalized regression model, GLM), kétlépcsős Heckmann-modell és tobit modell eredményeinek a kombinálásával tesztelte.

Song et al. (2012) tobit modellt alkalmazva a helyettesítő termékek árával, a jövedelemmel, a hőmérséklettel, a háztartásban élők számával, a háztartás fejének korával, a lakás alapterületével, a lakás elhelyezkedésével és más általánosnak tekinthető változókkal próbálta magyarázni a tűzifa iránti keresletet.

Lillemo - Halvorsen (2013) a fogyasztók életstílusának fafogyasztásra gyakorolt hatásának feltérképezésére vállalkozott. Az alkalmazott regressziós modell (zéróinflált negatív binomiális) magyarázó változói közé olyan tényezők kerültek, mint a jövedelem, az ár, a lakás bizonyos tulajdonságai, demográfiai jellemzők, valamint a már említett életstílus városias vagy

vidéki jellege. Ez utóbbi komoly hatással bírhat, hiszen jelentős a különbség a városi és vidéki lakosság átlagos iskolázottsága, jövedelme, életkora és értékrendje között.

Chen et al. (2016) McFadden választási modelljét (asclogit) alkalmazta azzal a szándékkal, hogy azonosítani tudja a biomassza választást magyarázó tényezőket, s javaslatokat tehessen a tisztább erőforrások terjedését segítő politikára. A szokásosnak mondható gazdasági, demográfiai, lakhatási tényezőkhöz túl figyelembe vette a kínai családok birtokában álló földterületet, és a lakásuknak otthont adó település hegyvidéki vagy alföldi jellegét. Az adatokat feltárt (revealed preference) és kinyilvánított (stated preference) preferenciaértékelési módszerekkel gyűjtötte össze.

Rahut et al. (2016) többváltozós probit modell, tobit modell és kétlépcsős Heckman-modell kombinálásával elemezte a jólét, a képzettség, a nem és más demográfiai változók fogyasztásra gyakorolt hatását.

Top-down megközelítéssel ritkábban találkozhatunk, és ahogy már írtuk is, ez a megközelítés jellemzően aggregált vagy átlagos idősoros adatokra támaszkodik. Ilyen Song et al. (2012a) tanulmánya is, amely 43 év adataira alapozva építi fel regressziós modelljét. A megszokottnak nevezhető változók elemzésével a fogyasztás növelését igyekszik támogatni. Hasonló módon, idősoros adatokkal elemzi az energiafogyasztást Mjelde – Bessler (2009) is.

3.2. Többváltozós lineáris regressziós modell alkalmazása a tűzifafogyasztással kapcsolatos összefüggések feltárásához

A dolgozatban elsőként a fatüzeléssel foglalkozunk. Egy többváltozós regressziós modellel vizsgáljuk meg a háztartási tűzifafogyasztás 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 (2. 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 áramra²⁶. 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 tűzifa fogyasztás 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 napfok²⁷ a küszöbhőmérséklettől való eltérést jelenti, amely 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

²⁶ 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.

²⁷ „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 egyébként. (Sugár, 2011, old.: 385.)”

árszínvonalon fejeztünk ki. A változók természetes-alapú logaritmusával dolgozunk, hogy megfigyelhessük az elaszticitásokat. Feltételezésünk szerint tehát a háztartási tüzfafogyasztás jól becsülhető az imént bemutatott magyarázó változók függvényeként, amelyekkel így majdnem a kereslet elméletén belül is maradunk (keresletelméleti változók és hőmérsékleti hatás):

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

2. táblázat: A tüzfafogyasztás elemzéséhez használt változók rövidítése, meghatározása és forrása

Rövidítés	Meghatározás	Forrás
<i>lnWOOD</i>	Éves lakossági tüzfafelhasználás, toe	Eurostat, 2020
<i>lnEAR</i>	Átlagos nettó reálkereset, Ft	KSH, 2020
<i>lnPWOOD</i>	Tüzfifa 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 3. táblázatban tüntettük fel.

3. táblázat: A tűzifafogyasztás elemzéséhez használt változók leíróstatisztikái

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).

3.3. 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 fájljait²⁸ 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

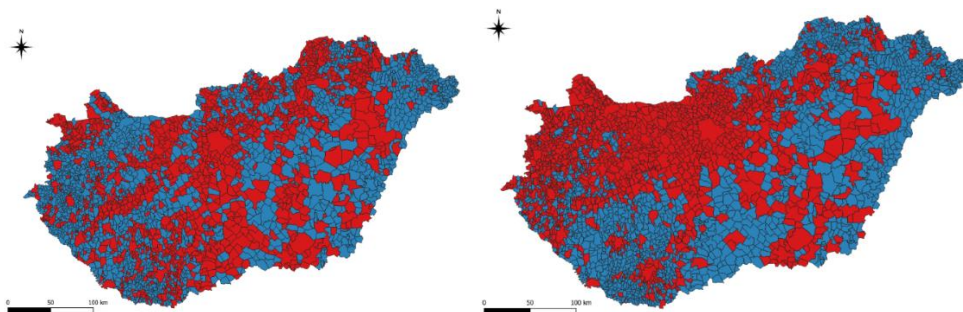
²⁸ <http://data2.openstreetmap.hu/hatarok/kozigatarok.zip>

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 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.

A 11. 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. A 11. 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.

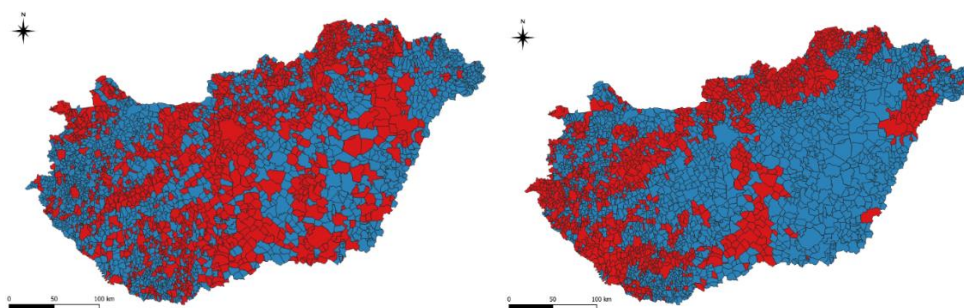


11. ábra: Egy főre jutó elszállított hulladék településenként az országos átlaghoz mérten (bal); egy főre jutó jövedelem településenként az országos átlaghoz mérten (jobb) (piros/kék: országos átlag feletti/alatti mennyiség),
2011

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 szeméttégetés 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 12. 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.



12. 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 elégeessenek „mindent”, ami megmaradt, és amiből energiához juthatnak.

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

Rövidítés	Meghatározás	Forrás
<i>lnTRASH</i>	Egy főre jutó elszállított települési hulladék, t	TEIR, 2020
<i>lnINC</i>	Egy főre jutó jövedelem, Ft	TEIR, 2020
<i>lnFOR</i>	Erdők aránya a teljes területhez mérten, %	TEIR, 2020
<i>lnGAS</i>	Egy főre jutó gázfogyasztás, 1000 m ³	TEIR, 2020
<i>lnPOW</i>	Egy főre jutó villanyfogyasztás, 1000 kWh	TEIR, 2020
<i>lnPOPD</i>	Népsűrűség, fő/km ²	TEIR, 2020
<i>lnHOU</i>	Háztartások száma, darab	TEIR, 2020
<i>lnFLOOR</i>	Egy lakásra jutó alapterület, m ²	TEIR, 2020
<i>lnAGE</i>	Száz gyerekre jutó idős, fő	TEIR, 2020
<i>lnEDU</i>	Felsőfokú végzettségűek aránya, %	TEIR, 2020
<i>lnCROWD</i>	Száz háztartásra jutó személy, fő	TEIR, 2020

Az elemzésben felhasznált változók leíróstatisztikáit (megfigyelések száma, átlag, szórás, minimum, maximum) az 5. táblázatban foglaltuk össze. Az elaszticitások megfigyelhetősége miatt jelen esetben is az adatok természetes alapú logaritmus-transzformációjával dolgozunk.

5. táblázat: A szemétégetés elemzéséhez használt változók leíróstatisztikái

Változó	n	Átlag	Szórás	Min.	Max.
<i>lnTRASH</i>	3154	-1,658	0,420	-4,346	-0,018
<i>lnINC</i>	3154	13,182	0,397	10,789	14,401
<i>lnFOR</i>	3154	-1,930	1,262	-6,908	1,196
<i>lnGAS</i>	3154	-2,120	1,630	-6,908	0,682
<i>lnPOW</i>	3154	0,013	0,271	-3,327	1,465
<i>lnPOPD</i>	3154	3,806	0,881	0,450	8,015
<i>lnHOU</i>	3154	5,812	1,332	1,946	13,617
<i>lnFLOOR</i>	3154	4,454	0,102	4,060	4,942
<i>lnAGE</i>	3154	5,064	0,742	-6,908	7,937
<i>lnEDU</i>	3154	-2,976	0,778	-6,908	-0,931
<i>lnCROWD</i>	3154	5,527	0,113	4,682	6,094

A lakossági szemétégetést 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$; $\ln\text{SO}_2$)²⁹. Ez az adat a Központi Statisztikai Hivatal adatbázisából származik, és a vizsgált évre vonatkozóan – sajnos csak - 27 településről áll rendelkezésre³⁰. A feltételezett összefüggés az, hogy a 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:

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

²⁹ n: 27, átlag: 5,637737, szórás: 2,461803, min.: 1,254144, max.: 14,114511

³⁰ Azon településekről, amelyek rendelkeztek akkor automata légszennyezettségmérő-állomással: Ajka, Budapest, Debrecen, Dorog, Dunaújváros, Eger, Esztergom, Győr, Hernádszurdok, Kazincbarcika, Komló, Miskolc, Nyíregyháza, Oszlár, Pécs, Putnok, Sajószentpéter, Salgótarján, Sarród, Sopron, Százhalombatta, Szeged, Tatabánya, Tököl, Vác, Várpalota, Veszprém

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A tűzifafogyasztás becslésének eredményei és értékelésük

A lefuttatott regressziós modell eredményeit a 6. 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.

6. 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 (7. táblázat). Ennek híján ezt a hipotézist nem tudjuk megerősíteni.

7. 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 (4. és 5. ábra).

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 8. táblázat tartalmazza, amely szerint elfogadhatjuk a nullhipotézist.

8. 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 9. táblázatban láthatjuk, hogy a fellépő multikollinearitás nem okoz problémát.

9. táblázat: Variációs infláló faktorok a multikollinearitás teszteléséhez

Változó	VIF	1/VIF
<i>ln</i> PWOOD	8,46	0,11825
<i>ln</i> EAR	6,76	0,14797
<i>ln</i> PGAS	5,83	0,17156
<i>ln</i> PPOW	5,58	0,17930
<i>ln</i> HDD	1,46	0,68351
Átlag VIF	5,62	-

4.2. A szemétegetés 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 (\ln POW, \ln POPD, \ln EDU, \ln CROWD), kettő azonban nem (\ln FOR, \ln AGE). A jövedelemre (\ln INC), a gázra (\ln GAS), a háztartások számára (\ln HOU) és a lakások méretére (\ln FLOOR) vonatkozó eredményeink nem szignifikánsak, a változók a modell szerint nincsenek hatással az elszállított hulladék mennyiségére (10. táblázat).

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

Változó	Együttható	Robusztus szt. hiba	P > t
\ln INC	0,0250	0,0342	0,4650
\ln FOR	0,0191	0,0066	0,0040
\ln GAS	0,0067	0,0061	0,2730
\ln POW	0,1746	0,0338	0,0000
\ln POPD	0,0523	0,0137	0,0000
\ln HOU	0,0110	0,0087	0,2060
\ln FLOOR	0,0184	0,0859	0,8300
\ln AGE	0,0294	0,0146	0,0450
\ln EDU	0,0456	0,0190	0,0160
\ln CROWD	-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 (\ln INC) 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 is³¹, 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

³¹ E kérdés strukturált jogi és morális vonatkozásáról már Karl Marx is értekezett az 1842-es Víták a falopási törvényről című dolgozatában.

(jellemzően gazdagabb) háztartásokból gyakorta hiányzik a vegyes tüzelésre alkalmas készülék, így, ha akarnának sem tudnának eltüzélni „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.

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 jobbra 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 11. táblázat eredményei alapján láthatjuk, hogy csak gyenge, problémát nem okozó mértékű multikollinearitás jelentkezik.

11. 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 12. 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 dolgozat harmadik hipotézisét, 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 származzanak azok bármilyen modellből.

12. táblázat: A szemétegetés 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

5. Következtetések és javaslatok

5.1. 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 inflexiós 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 minimálbéremelés és progresszív személyi jövedelemadó³² ebben az esetben segítheti a

³² A progresszív, vagy többkulcsos személyi jövedelemadó politika kapcsán komoly harcot vívunk 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 igaza, 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

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 hatását tekintve biztosan

jövedelemadó lehetőségével egyetlen dologra kívánjuk felhívni a figyelmet: a szegényebb embereknek maradó nagyobb pénzösszegre, ami elméletileg könnyedén vezethet tisztább hőenergia-felhasználáshoz.

fenntarthatóbb bármely szilárd tüzelőanyagnál, hiszen nem jár együtt szálló 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 vezetékhalózat 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: 23. lábjegyzet 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 bőségebb 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 történelmét³³.

³³ Gondoljunk csak a radikális statisztikai változtatásra a hazai megújuló energiafogyasztást illetően: Mezösi et al., 2017

5.2. 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 gazdaságpoltika, 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 vezetékhalózati 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 szeméttégetést 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.

5.3. 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 tűzifa-fogyasztás 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.

13. 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 anyagi 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.

6. Új, illetve újszerű tudományos 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 tüzifa-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 vizsgálata 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 változókról, 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 szűkösen, 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.

7. Összefoglalás

A túl nagy mértékű és nem kellően hatékony lakossági tűzifa-felhasználás jelentősen hozzájárul a magyarországi légszennyezettséghez, aminek komoly környezeti és egészségügyi hatásai vannak. Tetőzi a bajokat, hogy bár a háztartási hulladékok elégetése illegális tevékenység, mégis nagyon elterjedt Magyarországon. A jelenség okozói társadalmi és gazdasági problémák, következményei a leromlott levegőminőség és egészségügyi állapot. Munkánk során arra kerestük a választ, hogy melyek azok a területek, amelyekbe való beavatkozással hatásosan terelhetők a fogyasztók a fenntarthatóbb energiafogyasztás irányába. A szakirodalmi eredményekre alapozva az alábbi két kérdésbe tömöríthetők a célkitűzéseink:

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 kutatás első felében a lakossági tűzifafogyasztást vizsgáltuk meg. Egyes elméletek szerint, ha növekszik a gazdaság, a családok jóléte, úgy az egyre tehetősebb fogyasztók maguktól váltanak a tisztább energiaforrásokra. A szilárd tüzelőanyagok hátrahagyásával a környezet minősége állami beavatkozás nélkül javul, ami a közegészség szempontjából sem elhanyagolható. Az összefüggés vizsgálata érdekében az idősoros adatokat OLS-beccsléssel dolgoztuk fel. Meglepetésünkre szolgált, hogy pozitív kapcsolatot találtunk a tűzifafogyasztás és a kereset között, amiből arra következtetünk, hogy a jólét növekedése mellett is szükség van állami beavatkozásra; a tűzifa hazánkban normál jószág. Bár az eredményeink azt

mutatják, hogy a legnagyobb hatással (elaszticitással) a tűzifa saját ára bír, a gyakorlati, valamint az igazságossági és méltányossági szempontokat figyelembe véve a szabályozásra tett javaslataink fókuszába a földgáz ára és a fogyasztását elősegítő körülmények kerültek. Az eredmények szakpolitikai gyakorlatba ültetésével felgyorsítható az energiaátmenet, így a fogyasztók a fenntarthatóbb energiafogyasztás irányába terelhetők, ami a környezet és az emberek egészségügyi állapotát is fokozza. Fontos azonban azt is látnunk, hogy a felhasznált magyarázó változókon kívül számos más, nem gazdasági tényező is hatást gyakorol a fafogyasztásra, amik az elérhető adatok csekély mennyisége miatt nem kerültek bele az elemzésbe. A modellezés javítása, életszerűbbé tétele érdekében további adatokra volna szükség.

A kutatás második felében a törvénytelen háztartási hulladékégetés mögötti okokat próbáltuk feltárni. A munka ezen részében is OLS-becsléssel vizsgáltuk meg, hogy melyek azok a tényezők, amelyek jelentős hatással lehetnek a fogyasztók viselkedésére, így a szabályozásuk által csökkenthető a szemétegetés. A vizsgálatba 10 magyarázó változót vontunk be, legfontosabb hipotéziseink az anyagi jólét és az erdősültség hatásairól szóltak. Eredményeink alapján a jövedelem nem, az erdősültség (a tűzifa kínálata) növekedése csökkentőleg hat ugyan a törvénytelen égetésre, ám az elaszticitások szempontjából nem tartozik a legerősebbek közé. A vizsgált tényezők közül a legnagyobb marginális hatást a lakások zsúfoltsága okozza: a kevésbé zsúfolt lakások kevésbé hajlamosak az illegális tüzelésre. Fontos változók még az elektromos áramfogyasztás, az iskolázottság és a népsűrűség is. Összességében, a gyakorlati lehetőségekre való tekintettel azt mondhatjuk, hogy a képzettséget, az urbánus környezetet és a modern energiaforrások elérhetőségét támogató állami beavatkozások hatásos eszközei lehetnek a szemétegetés elleni küzdelemnek. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a modellünk, egészen pontosan annak az eredményváltozója, erős

egyszerűsítéseken alapul, ezért az eredmények jelentősen torzíthatják a valóságot. A becslés javításához biztosabb adatokra van szükség, így ezen adatok mielőbbi felvételét és közzétételét sürgetjük. Elvégeztünk egy második, ám méretét és jellegét tekintve is igen korlátozott becslést. E modell eredményváltozója a településenkénti kén-dioxid koncentráció volt, ami negatív kapcsolatban áll a jövedelemmel, vagyis az eredmény nem koherens a korábbival. Ez azt a jelzést adja, hogy az adatok megbízhatósága kétséges, ezért indokolt a jelenséget egy jobb adatbázissal is megvizsgálni.

Az első kutatási kérdésre a következő választ adhatjuk: még ha növekednek is a keresetek, mindkét erőforrás szempontjából szükségesek jól megtervezett és kivitelezett állami beavatkozások, amelyekkel a helyes irányba változtatható a fogyasztók választása, viselkedése. A környezet és az egészség javítása érdekében nem bízhatunk pusztán a piaci folyamatokban, élnünk kell az állam eszközeivel és hatalmával.

A második kérdés tekintetében támogathatjuk azokat a törekvéseket, amelyek a városias, modern környezet kialakítását, a modern erőforrások elérhetőségét segítik. Eredményeink alapján ezek azok a területek, amelyekbe való beavatkozással mind a két erőforrás felhasználása csökkenthető. Nem szabadon azonban megfeledeznünk azokról a fontos hatással rendelkező tényezőkről (társadalmi, műszaki, környezeti), amelyek nem kerültek bele a modellekbe, ám kiemelt szereppel bírhatnak az fogyasztói magatartás befolyásolása szempontjából. Mindkét elemzés megbízhatósága és részletessége jelentősen javítható több és jobb adat felhasználásával, ezért ezen adatok felvételét és közzétételét igazán nagyra értékelnénk.

8. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik támogatásukat és türelmüket adták a doktori tanulmányaimhoz és kutatásaimhoz. Mindenekelőtt köszönöm a szüleimnek, Csuvár Józsefnek és Csuvárné Ladányi Ildikónak a rengeteg támogatást és biztatást, amiknek hála a legnehezebb pillanatokban sem adtam fel. Munkámat az apám feledhetetlen emlékének ajánlom.

Köszönöm a témavezetőmnek, Kerekes Sándornak a rengeteg szakmai tanácsot és kemény kritikát, amik mindvégig kitűnő sorvezetőként szolgáltak. Legalább ennyire hálás vagyok azért a szemléletmódért és filozófiáért, amelyet a közös munkáink során kaptam tőle.

Köszönöm a társtémavezetőmnek, Tózsza Istvánnak a közös ötleteléseket, a hasznos megjegyzéseit és javaslatait, amik jó szolgálatot tettek a kezdetleges ötleteim bővítésekor.

Köszönettel tartozom a Doktori Iskola vezetőjének, Fertő Imrének, aki rendkívüli segítőkészségével, folyamatos rendelkezésre állásával, alapos és praktikus, főként módszertani javaslataival segítette a dolgozat befejezését.

Köszönöm Csonka Arnoldnak és Bareith Tibornak a korábbi elemzésekhez nyújtott segítséget, amelyek kiváló munícióként szolgáltak egyes közleményeim és ennek a dolgozatnak az elkészítéséhez is.

Köszönöm Füstös Lászlónak az adatok kezelése és a statisztikai módszertan terén nyújtott segítségét.

Köszönettel tartozom Parádi-Dolgos Anettnek és Szabó Lászlónak opponensi munkájukért. A megannyi részletre kiterjedő, aprólékos javaslataik jelentősen hozzájárultak a dolgozat színvonalának emeléséhez.

9. Irodalomjegyzék

- Abbott, J., Clancy, L., Goodman, P., McFarlane, G., Regan, B., Stewart, R., Vedrenne, M., & Conlan, B. (2016). *Residential Solid Fuel and Air Pollution Study*.
[https://www.limerick.ie/sites/default/files/media/documents/2017-08/NSMC Air Pollution Study Report.PDF](https://www.limerick.ie/sites/default/files/media/documents/2017-08/NSMC_Air_Pollution_Study_Report.PDF)
- Adeoti, O., Idowu, D. O. O., & Falegan, T. (2001). Could fuelwood use contribute to household poverty in Nigeria? *Biomass and Bioenergy*, 21(3), 205–210. [https://doi.org/10.1016/s0961-9534\(01\)00029-0](https://doi.org/10.1016/s0961-9534(01)00029-0)
- Agrárminisztérium. (2020). *A PM10 Csökkentési Program hivatalos honlapja*. <https://pm10.kormany.hu/index>
- Agrárminisztérium, & Herman_Ottó_Intézet. (2020). *Fűts okosan! A tisztább levegőért*. <http://www.futsokosankampany.hu/sajtoanyag>
- Alam, S. M., Dunkerley, J., Gopi, K. N., Ramsay, W., & Davis, E. (1985). *Fuelwood in Urban Markets: A Case Study of Hyderabad*.
- An, L., Lupi, F., Liu, J., Linderman, M. A., & Huang, J. (2002). Modeling the choice to switch from fuelwood to electricity. *Ecological Economics*, 42(3), 445–457. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(02\)00126-x](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(02)00126-x)
- Angelsen, A., & Wunder, S. (2003). *Exploring the forest-poverty link: key concepts, issues and research implications*. Center for International Forestry Research (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/001211>
- ÁNTSZ [Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat] (2012). *Tájékoztató az illegális hulladékégetés humán- és környezetegészségügyi kockázatairól*.
https://www.antsz.hu/felso_menu/temaink/levegominoseg/illegalis_hulladekegetes.html
- Arabatzis, G., & Malesios, C. (2011). An econometric analysis of residential consumption of fuelwood in a mountainous prefecture of Northern Greece. *Energy Policy*, 39(12), 8088–8097.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.10.003>

- Arnold, J. E. M., Köhlin, G., & Persson, R. (2006). Woodfuels, livelihoods, and policy interventions: Changing Perspectives. *World Development*, 34(3), 596–611. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.08.008>
- Arnold, M., Köhlin, G., Persson, R., & Shepherd, G. (2003). *Fuelwood Revisted: What has changed over the last decade? CIFOR Occasional Paper no. 39.*
- Bai, A., Lakner, Z., Marosvölgyi, B., & Nábrádi, A. (2008). *A biomassza felhasználása (2.)*. Szaktudás Kiadó Ház.
- Bai, A., & Sipos, G. (2007). A hagyományos erdők és az energetikai faültetvények sokrétű jelentősége. *Erdészeti Lapok*, 142(4), 106–109.
- Baland, J., Bardhan, P., Das, S., Mookherjee, D., & Sarkar, R. (2010). The Environmental Impact of Poverty: Evidence from Firewood Collection in Rural Nepal. *Economic Development and Cultural Change*, 59(1), 23–61. <https://doi.org/10.1086/655455>
- Bareith, T., Varga, J., Parádi-Dolgos, A., Kövér, Gy., & Sipiczki, Z. (2020). Agroforestry is the solution? Profitability of the agricultural farms - the Hungarian case. In D. Koponicsné Györke & R. Barna (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Sustainable Economy and Agriculture* (pp. 39–48). Kaposvár University. http://kea.ke.hu/27/1/Proceedings_ICSEA_2019_2020.pdf
- Barnes, D. F., Krutilla, K., & Hyde, W. (2002). *The urban energy transition: energy, poverty and the environment in the developing world.*
- Bartek-Lesi, M., Mezősi, A., Pató, Zs., Szabó, L., & Szajkó, G. (2019). Megújulóenergia-felhasználás Magyarországon – a későn jövők előnye? *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 50(S01), 46–60. <https://doi.org/10.14267/veztud.2019.ksz.05>
- Benedek, Zs., & Fertő, I. (2018). Érvényes-e a Kuznets-hipotézis erdészeti kontextusban? Egy erdősülés-központú vizsgálat tanulságai. In A. Parádi-Dolgos, I. Fertő, Zs. Marjainé Szerényi, T. Kocsis, & T. Bareith (Eds.), *Környezet - Gazdaság - Társadalom - Tanulmányok Kerekes Sándor 70. születésnapja tiszteletére*. Kaposvári Egyetem. http://kaposvar.szie.hu/tartalom/kutatas/Tanulmanyok_Kerekes_70.pdf
- Berényi, L., & Deutsch, N. (2020). Recognition of renewable energy among business students. In T. Alapi, R. Berkecz, & I. Ilisz (Eds.), *Proceedings*

of the 26th International Symposium on Analytical and Environmental Problems (pp. 8–12). University of Szeged.
http://real.mtak.hu/118189/1/berenyiisaep2020_a.pdf

- Bodor, M., & Kerekes, S. (2017). A gazdasági növekedés és a fenntarthatóság kapcsolata - Néhány reflexió a környezeti Kuznets görbék empirikus vizsgálata alapján. In “*Jót s jól!*” - 26 tanulmány a fenntarthatóságról (pp. 82–98). Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete.
- Brack, D. (2017). *Woody Biomass for Power and Heat - Impacts on the Global Climate*.
<https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-02-23-woody-biomass-global-climate-brack-final2.pdf>
- Brávác, I. (2014). A környezettudatosság szintjei és mértéke - egy primer kutatás tapasztalatai. In J. T. Karlovitz (Ed.), *Kulturális és társadalmi sokszínűség a változó gazdasági környezetben* (pp. 193–200). International Research Institute s.r.o.
<http://www.irisro.org/tarstud2014kotet/25BravaczIbolya.pdf>
- Chafe, Z., Brauer, M., Héroux, M.-E., Klimont, Z., Lanki, T., Salonen, R. O., & Smith, K. R. (2015). *Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America*.
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/Publications/ResidentialHeatingWoodCoalHealthImpacts.pdf>
- Chen, Q., Yang, H., Liu, T., & Zhang, L. (2016). Household biomass energy choice and its policy implications on improving rural livelihoods in Sichuan, China. *Energy Policy*, 93, 291–302.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.016>
- Cooke St. Clair, P., Hyde, W. F., & Köhlin, G. (2001). A fuelwood crisis: Where and for whom? In G. Köhlin (Ed.), *Fuelwood—crisis or balance: workshop proceedings, Marstrand, June 6–9, 2001* (pp. 18–53). Göteborg University for CIFOR.
- Cooke, P., Köhlin, G., & Hyde, W. F. (2008). Fuelwood, forests and community management – evidence from household studies. *Environment and Development Economics*, 13(1), 103–135.
<https://doi.org/10.1017/s1355770x0700397x>
- Couture, S., Garcia, S., & Reynaud, A. (2012). Household energy choices and fuelwood consumption: An econometric approach using French

- data. *Energy Economics*, 34(6), 1972–1981.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.022>
- Csipkés, M. (2016). A megújuló energiaforrás felhasználása fűtés-hűtési célra Magyarországon az elmúlt 11 évben. *Energiagazdálkodás*, 57(5–6), 12–15.
- Csonka, A., Bareith, T., & Gál, V. A. (2018). Spatial distribution of the demand for CAP-measures to promote agroforestry: the Hungarian case. *Annual International Conference on Economics and Business: Challenges in the Carpathian Basin: Innovation and Technology in the Knowledge Based Economy*, 59–68.
- Csonka, A., Bareith, T., Gál, V. A., & Fertő, I. (2018). Spatial Patterns of CAP Measures Promoting Agroforestry in Hungary. *Agbioforum*, 21(2), 127–134.
- Csutora, M., Harangozó, G., Zsóka, Á., Werthschulte, M., Galarraga, I., Foudi, S., López, E., Chubyk, A., Gonchar, M., Magdalinski E. (2018). Synthesis report on the “heating & cooling” case study, <http://www.enable-eu.com/wp-content/uploads/2018/10/ENABLE.EU-D4.4.pdf>
- Csuvár, Á. (2019). Háztartások tűzifafogyasztásának változása az “energialétra” hipotézis tükrében. *GAZDÁLKODÁS*, 63(4), 15–324.
<https://m2.mtmt.hu/api/publication/30785579>
- Démurger, S., & Fournier, M. (2011). Poverty and firewood consumption: A case study of rural households in northern China. *China Economic Review*, 22(4), 512–523. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2010.09.009>
- Dinya, L. (2010). Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. *Magyar Tudomány*, 912–925.
- Dinya, L. (2018). Biomassza-alapú energiahasznosítás: a múlt és a jövő. *Magyar Tudomány*. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.8.8>
- Durkó, E. (2013). Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül. *E-CONOM*, 156–168. <https://doi.org/10.17836/EC.2013.2.156>
- EASAC [European Academies' Science Advisory Council]. (2017). *Multi-functionality and sustainability in the European Union's forests -*

- EASAC policy report 32.
https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Forests/EASAC_Forests_web_complete.pdf
- ECA [European Court of Auditors] (2018). *Air pollution: Our health still insufficiently protected (pursuant to Article 287(4), second subparagraph, TFEU)*.
- EEA [European Environmental Agency] (2016). *Air quality in Europe — 2016 report*.
https://www.envir.ee/sites/default/files/air_quality_in_europe_2016_report_thal16027enn.pdf
- EEA [European Environmental Agency] (2019). *Air quality in Europe — 2019 report*. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
- Európai Bizottság. (2016). *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának az Európai Unió hőtechnikai stratégiájáról*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0051>
- Eurostat. (2020). *Az Eurostat hivatalos honlapja*.
<https://ec.europa.eu/eurostat>
- Eurostat. (2020a). *Energy consumption in households - Statistics Explained*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/58200.pdf>
- Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2003). Economic Growth And The Rise Of Forests. *Quarterly Journal of Economics*, 301–637.
- Fu, M., Kelly, J. A., & Clinch, J. P. (2014). Residential solid fuel use: Modelling the impacts and policy implications of natural resource access, temperature, income, gas infrastructure and government regulation. *Applied Geography*, 52, 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.04.007>
- Greenpeace. (2016). *Illatos út a kályhákban: évi sok ezer áldozatot követel és több millió törvénysértést jelent a háztartási szemétegetés*.
<https://www.greenpeace.org/hungary/sajtokozlomeny/1590/illatos-ut-a-kalyhakban-evi-sok-ezer-aldozatot-kovetel-es-tobb-millio-torvenysertest-jelent-a-haztartasi-szemeteketes/>

- Gundimeda, H., & Köhlin, G. (2008). Fuel demand elasticities for energy and environmental policies: Indian sample survey evidence. *Energy Economics*, 30(2), 517–546. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.10.014>
- Gupta, G., & Köhlin, G. (2006). Preferences for domestic fuel: Analysis with socio-economic factors and rankings in Kolkata, India. *Ecological Economics*, 57(1), 107–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.010>
- Guta, D. D. (2014). Effect of fuelwood scarcity and socio-economic factors on household bio-based energy use and energy substitution in rural Ethiopia. *Energy Policy*, 75, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.017>
- Gyulai, I. (2010). *A biomassza dilemma (2.)*. Magyar Természetvédők Szövetsége.
- Hansen, P. R. (2005). Granger’s representation theorem: A closed-form expression for I(1) processes. *The Econometrics Journal*, 8(1), 23–38. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423x.2005.00149.x>
- Hiemstra-van der Horst, G., & Hovorka, A. J. (2008). Reassessing the “energy ladder”: Household energy use in Maun, Botswana. *Energy Policy*, 36(9), 3333–3344. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.05.006>
- Hoffer, A., Jancsek-Turóczy, B., Tóth, Á., Kiss, G., Naghiu, A., Levei, E. A., Marmureanu, L., Machon, A., & Gelencsér, A. (2020). *Emission factors for PM 10 and PAHs from illegal burning of different types of municipal waste in households*. <https://doi.org/10.5194/acp-2020-672>
- Horváthné Kovács, B., & Nagy, M. Z. (2015). *Alkalmazott regionális elemzések. Alkalmazott területi statisztika egyetemi jegyzet a Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Karának hallgatói számára*. Kaposvári Egyetem.
- Hosier, R. H., & Dowd, J. (1987). Household fuel choice in Zimbabwe. *Resources and Energy*, 9(4), 347–361. [https://doi.org/10.1016/0165-0572\(87\)90003-x](https://doi.org/10.1016/0165-0572(87)90003-x)
- Hyde, W., & Köhlin, G. (2000). Social forestry reconsidered. *Silva Fennica*, 34(3). <https://doi.org/10.14214/sf.632>

- IEA [International Energy Association] (2017). Energy Policies of IEA Countries: Hungary 2017. In *Energy Policies of IEA Countries*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264278264-en>
- Ifegbesan, A. P., Rampedi, I. T., & Annegarn, H. J. (2016). Nigerian households' cooking energy use, determinants of choice, and some implications for human health and environmental sustainability. *Habitat International*, 55, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.02.001>
- Israel, D. (2002). Fuel Choice in Developing Countries: Evidence from Bolivia. *Economic Development and Cultural Change*, 50(4), 865–890. <https://doi.org/10.1086/342846>
- Janiszewska, D., & Ossowska, L. (2020). Biomass as the Most Popular Renewable Energy Source in EU. *European Research Studies Journal*, 23(3), 315–326. <https://doi.org/10.35808/ersj/1640>
- Jiang, L., & O'Neill, B. C. (2004). The energy transition in rural China. *International Journal of Global Energy Issues*, 21(1/2), 2. <https://doi.org/10.1504/ijgei.2004.004691>
- Johnson, E. (2009). Goodbye to carbon neutral: Getting biomass footprints right. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(3), 165–168. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.11.002>
- Juhász, R. (2017). *Energiatanúsítványok: A lakások kevesebb mint 20 százaléka kapott korszerű minősítést.* <http://lechnerkozpont.hu/cikk/energiatanusitvanyok-a-lakasok-kevesebb-mint-20-szazaleka-kapott-korszeru-minositest>
- Jumbe, C. B. L., & Angelsen, A. (2011). Modeling choice of fuelwood source among rural households in Malawi: A multinomial probit analysis. *Energy Economics*, 33(5), 732–738. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.12.011>
- Kaderják, P., Pató, Z., & Szolnoki, P. (2011). *INOGATE Textbook - Renewable Energy Regulation*. Energy Regulators Regional Association (ERRA). [http://www.lsta.lt/files/studijos/2011 metu/Europos Komisijos/B-58.2_RES_Textbook_FINAL_eng-1.pdf](http://www.lsta.lt/files/studijos/2011%20metu/Europos%20Komisijos/B-58.2_RES_Textbook_FINAL_eng-1.pdf)

- Karimu, A. (2015). Cooking fuel preferences among Ghanaian Households: An empirical analysis. *Energy for Sustainable Development*, 27, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.04.003>
- Kerekes, S. (2007). *A környezetgazdaságtan alapjai*. Aula Kiadó.
- Khan, A., Plana-Ripoll, O., Antonsen, S., Brandt, J., Geels, C., Landecker, H., Sullivan, P. F., Pedersen, C. B., & Rzhetsky, A. (2019). Environmental pollution is associated with increased risk of psychiatric disorders in the US and Denmark. *PLOS Biology*, 17(8), e3000353. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000353>
- Kodros, J. K., Carter, E., Brauer, M., Volckens, J., Bilsback, K. R., L'Orange, C., Johnson, M., & Pierce, J. R. (2018). Quantifying the Contribution to Uncertainty in Mortality Attributed to Household, Ambient, and Joint Exposure to PM_{2.5} From Residential Solid Fuel Use. *GeoHealth*, 2(1), 25–39. <https://doi.org/10.1002/2017gh000115>
- Koop, G. (2008). *Közgazdasági adatok elemzése*. Osiris Kiadó.
- Kovács, P. (2008). A multikollinearitás vizsgálata lineáris regressziós modellekben. *Statisztikai Szemle*, 86(1), 38–67. http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2008/2008_01/2008_01_038.pdf
- Kowsari, R., & Zerriffi, H. (2011). Three dimensional energy profile: *Energy Policy*, 39(12), 7505–7517. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.030>
- KSH [Központi Statisztikai Hivatal] (2020). *A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) hivatalos honlapja*. <http://www.ksh.hu/>
- KSH [Központi Statisztikai Hivatal] (2019). *A települések infrastrukturális ellátottsága, 2018. Statisztikai Tükör*. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/telepinfra/telepinfra18.pdf>
- KSH [Központi Statisztikai Hivatal] (2016). *Miben élünk? A 2015. évi lakásfelmérés főbb eredményei*. http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/miben_elunk15.pdf
- Lange, I., Moro, M., & Traynor, L. (2014). Green hypocrisy?: Environmental attitudes and residential space heating expenditure. *Ecological Economics*, 107, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.021>

- Leach, G. (1992). The energy transition. *Energy Policy*, 20(2), 116–123. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(92\)90105-b](https://doi.org/10.1016/0301-4215(92)90105-b)
- Lee, S. M., Kim, Y.-S., Jaung, W., Latifah, S., Afifi, M., & Fisher, L. A. (2015). Forests, fuelwood and livelihoods—energy transition patterns in eastern Indonesia. *Energy Policy*, 85, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.04.030>
- Lélé, S. M. (1991). Sustainable development: A critical review. *World Development*, 19(6), 607–621. [https://doi.org/10.1016/0305-750x\(91\)90197-p](https://doi.org/10.1016/0305-750x(91)90197-p)
- Lenkei, P. (2016). *Illegális lakossági szeméttégetés hazánkban*. https://www.levego.hu/sites/default/files/Szemetetegetes_tanulmany.pdf
- Lezsovits, F. (2014). Szilárd biomassza tüzelésen alapuló energiatermelés környezeti hatásai. *Energiagazdálkodás*, 55(2), 6–9.
- Li, Q., Jiang, J., Qi, J., Deng, J., Yang, D., Wu, J., Duan, L., & Hao, J. (2016). Improving the Energy Efficiency of Stoves To Reduce Pollutant Emissions from Household Solid Fuel Combustion in China. *Environmental Science & Technology Letters*, 3(10), 369–374. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6b00324>
- Lillemo, S. C., & Halvorsen, B. (2013). The impact of lifestyle and attitudes on residential firewood demand in Norway. *Biomass and Bioenergy*, 57, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.024>
- Lin, C., Huang, R.-J., Ceburnis, D., Buckley, P., Preissler, J., Wenger, J., Rinaldi, M., Facchini, M. C., O’Dowd, C., & Ovadnevaite, J. (2018). Extreme air pollution from residential solid fuel burning. *Nature Sustainability*, 1(9), 512–517. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0125-x>
- Magda, R. (2011). megújuló energiaforrások szerepe és hatásai a hazai agrárgazdaságban. *Gazdálkodás*, 6, 575–588.
- Masera, O. R., Saatkamp, B. D., & Kammen, D. M. (2000). From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: A Critique and Alternative to the Energy Ladder Model. *World Development*, 28(12), 2083–2103. [https://doi.org/10.1016/s0305-750x\(00\)00076-0](https://doi.org/10.1016/s0305-750x(00)00076-0)

- McLean, E. V., Bagchi-Sen, S., Atkinson, J. D., & Schindel, A. (2019). Household dependence on solid cooking fuels in Peru: An analysis of environmental and socioeconomic conditions. *Global Environmental Change*, 58, 101961. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101961>
- MEHI [Magyar Energhatékonyági Intézet] (2019). *A klímakatasztrófa elkerüléséhez muszáj csökkenteni az energiafogyasztást.* http://mehi.hu/hir/a-klimakatasztrófa-elkeruleséhez-muszaj-csokkenteni-az-energiafogyasztást?fbclid=IwAR34GIIdD84HmU8l_96R-OohOngCfYJCUX-7IuKHNvIksR64NYj70S8ldz5g
- MEKH [Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal] (2020). *A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) hivatalos honlapja.* www.mekh.hu
- Mezősi, A., Pató, Zs., & Szabó, L. (2017). Meg-megújuló statisztikák. *REKK Policy Brief.* https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf
- Miniszterelnökség. (2017). *Tájékoztató az ingyenes közműcsatlakozásról.* [https://www.kormany.hu/download/c/f0/21000/Tájékoztató az ingyenes közműcsatlakozásról.pdf#!DocumentBrowse](https://www.kormany.hu/download/c/f0/21000/Tájékoztató%20az%20ingyenes%20közműcsatlakozásról.pdf#!DocumentBrowse)
- Mjelde, J. W., & Bessler, D. A. (2009). Market integration among electricity markets and their major fuel source markets. *Energy Economics*, 31(3), 482–491. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.02.002>
- NFM [Nemzeti Fejlesztési Minisztérium] (2015). *Magyarország Nemzeti Energhatékonyági Cselekvési Terve 2020-ig.* [https://www.kormany.hu/download/1/25/80000/IIINemzeti Energhatékonyági Cselekvési Terv_HU.PDF](https://www.kormany.hu/download/1/25/80000/IIINemzetiEnerghatékonyágiCselekvésiTerv_HU.PDF)
- Paunio, M. (2018). *Kicking Away the Energy Ladder - How environmentalism destroys hope for the poorest.* <https://www.thegwpf.org/content/uploads/2018/05/Paunio-EnergyLadder.pdf>
- Pénzcentrum. (2017). *Így fűtenek az élelmes magyarok: tudnak valamit?* <https://www.penzcentrum.hu/otthon/igy-futenek-az-elelmes-magyarok-tudnak-valamit.1060169.html>

- Popp, J. (2013). A bioenergia szerepe az energiaellátásban. *Gazdálkodás*, 419-435.
- Popp, J., & Bai, A. (2018). Megújuló energiaforrások, különös tekintettel a bioüzemanyag-gyártásra: Nemzetközi kitekintés. *Magyar Tudomány*. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.8.9>
- Quayle, R. G., & Diaz, H. F. (1980). Heating Degree Day Data Applied to Residential Heating Energy Consumption. *Journal of Applied Meteorology*, 19(3), 241–246. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1980\)019<0241:hddat>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1980)019<0241:hddat>2.0.co;2)
- Rahut, D. B., Behera, B., & Ali, A. (2016). Household energy choice and consumption intensity: Empirical evidence from Bhutan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 993–1009. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.019>
- Rainey, K. L., Vaganay, M., & MacIntyre, S. (2016). A Review of Literature on Residential Solid Fuel Burning, and Consequently the Implications of Meeting the European 2050 Low-Carbon Targets. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 04(04), 7–13. <https://doi.org/10.4236/gep.2016.44002>
- Ramanathan, R. (2003). *Bevezetés az ökonometriába alkalmazásokkal*. Panem Könyvkiadó.
- Schueftan, A., & González, A. D. (2013). Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. *Energy Policy*, 63, 823–832. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.097>
- Schueftan, A., Sommerhoff, J., & González, A. D. (2016). Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development*, 33, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.04.004>
- Sebestyénné Szép, T. (2013). Energiahatékonyság: áldás vagy átok? *Terület Statisztika*, 53, 54–68.
- Sebestyénné Szép, T. (2018). A hatósági árcsökkentés lakossági energiafelhasználásra gyakorolt hatásának vizsgálata indexdekompozícióval. *Közgazdasági Szemle*, 65(2), 185–205. <https://doi.org/10.18414/ksz.2018.2.185>

- Sedjo, R. A. (2012). Carbon Neutrality and Bioenergy: A Zero-Sum Game? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1808080>
- Sedjo, R. A. (2013). Comparative Life Cycle Assessments: Carbon Neutrality and Wood Biomass Energy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2286237>
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46(Supplement_1), 757–773. https://doi.org/10.1093/oep/46.supplement_1.757
- Smith, K. R., Apte, M. G., Yuqing, M., Wongsekiarttirat, W., & Kulkarni, A. (1994). Air pollution and the energy ladder in Asian cities. *Energy*, 19(5), 587–600. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(94\)90054-x](https://doi.org/10.1016/0360-5442(94)90054-x)
- Sokszínú_Vidék. (2016). 2020-tól szigorúan szabályozzák a vegyestüzelést. <https://sokszinuvidek.24.hu/mozaik/2016/11/24/2020-tol-szigoruan-szabalyozzak-a-vegyestuzelest/>
- Song, N., Aguilar, F. X., Shifley, S. R., & Goerndt, M. E. (2012). Factors affecting wood energy consumption by U.S. households. *Energy Economics*, 34(2), 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.12.009>
- Song, N., Aguilar, F. X., Shifley, S. R., & Goerndt, M. E. (2012a). Analysis of U.S. residential wood energy consumption: 1967–2009. *Energy Economics*, 34(6), 2116–2124. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.03.004>
- Sterman, J. D., Siegel, L., & Rooney-Varga, J. N. (2018). Does replacing coal with wood lower CO2 emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy. *Environmental Research Letters*, 13. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaa512/pdf>
- Sugár, A. (2011). A hőmérséklet hatásáról a villamos energia- és gázfogyasztás magyarországi példáján. *Statisztikai Szemle*, 89, 379–398. http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2011/2011_04/2011_04_379.pdf
- Swan, L. G., & Ugursal, V. I. (2009). Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(8), 1819–1835. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.033>

- Szajkó, G., Mezősi, A., Pató, Z., Sugár, A., & Tóth, A. I. (2009). *Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassza Magyarországon*. http://rekk.hu/downloads/projects/wp2009_5.pdf
- Szajkó, G. (2009a). Fától az erdőt... *Jelentés Az Energiapiacokról*, 4, 11–14. <https://rekk.hu/kiadvany/5/jelentes-az-energiapiacokrol-2009-evi-iv-szam>
- Századvég. (2014). *A háztartási energiahordozó árváltozások társadalmi hatásvizsgálata*. https://tasz.hu/files/szazadveg-tanulmányok/NFM_201408/NFM02_TANSZ_201408_EN_Az_energia_hordozó_árváltozások_társadalmi_hatásvizsgálata_free.pdf
- Szira, P. (2016, December 15). Kihűlni veszélyes - Fűtési szokások a vidéki Magyarországon. *Magyar Narancs*. <https://magyarnarancs.hu/kismagyarorszag/kihulni-veszelyes-101923>
- Tabi, A., Kerekes, S., Csutora, M., Wüstenhagen, R., & Wetzker, K. (2013). *Megújuló energia felmérés 2013 - A megújuló energiatechnológiák társadalmi elfogadottságának vizsgálata*.
- Tao, S., Cao, J., Kan, H., Li, B., Shen, G., Shen, H., Tian, H., & Wang, S. (2016). *Residential Solid Fuel Combustion and Impacts on Air Quality and Human Health in Mainland China*. <https://www.cleancookingalliance.org/binary-data/RESOURCE/file/000/000/492-1.pdf>
- TEIR [Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer] (2020). *A TEIR hivatalos honlapja/Interaktív elemző*. www.teir.hu
- Türker, M. F., & Kaygusuz, K. (1995). Socio-economic analysis of fuelwood use in a rural area of Turkey. *Bioresource Technology*, 54(3), 285–290. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(95\)00150-6](https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00150-6)
- Uramné Lantai, K., & Palotás, Á. B. (2016). Lakossági tüzelés szerepe a téli szmoghelyzetek kialakulásában a Sajó völgyében. *Energiagazdálkodás*, 57(1–2), 43–47.
- Vaage, K. (2000). Heating technology and energy use: a discrete/continuous choice approach to Norwegian household energy demand. *Energy Economics*, 22(6), 649–666. [https://doi.org/10.1016/s0140-9883\(00\)00053-0](https://doi.org/10.1016/s0140-9883(00)00053-0)

- Van Beukering, P., Bruggink, J., Brouwer, R., Berkhout, F., & Saidi, R. (2009). *Greening the African Energy Ladder. The Role of National Policies and International Aid*.
<https://www.yumpu.com/en/document/read/23603861/greening-the-african-energy-ladder-vu-university-institute-for->
- Van der Kroon, B., Brouwer, R., & van Beukering, P. J. H. (2014). The impact of the household decision environment on fuel choice behavior. *Energy Economics*, 44, 236–247.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.04.008>
- Van Kempen, L., Muradian, R., Sandóval, C., & Castaneda, J.-P. (2009). Too poor to be green? A field experiment on revealed preferences for firewood in rural Guatemala. *Ecological Economics*, 68, 2160–2167.
- WHO [World Health Organization] (2015). *Economic cost of the health impact of air pollution in Europe*.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf
- World_Bank. (2003). *Access of the poor to clean household fuels in India (English), Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP); no. ESM 263 / 03*.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/612631468771668053/India-access-of-the-poor-to-clean-household-fuels>
- Worldometer. (2020). *Hungary CO2 emissions*.
<https://www.worldometers.info/co2-emissions/hungary-co2-emissions/>
- York, R. (2008). Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the paperless office. *Human Ecology Review*, 13, 143–147.
- Zhao, Q., Chen, Q., Xiao, Y., Tian, G., Chu, X., & Liu, Q. (2017). Saving Forests Through Development? Fuelwood Consumption and the Energy-Ladder Hypothesis in Rural Southern China. *Transformations in Business & Economics*, 16(3), 199–219.
- Zwane, A. P. (2007). Does poverty constrain deforestation? Econometric evidence from Peru. *Journal of Development Economics*, 84(1), 330–349. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2005.11.007>

10. 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>

11. A disszertáció témakörén kívül megjelent publikációk

Csuvár, Á., Barna, R. (2020): Spatial Illustration of Indicators on the Example of Biomass Potential for Energy Purposes in the Tabi District. *REGIONAL AND BUSINESS STUDIES 12:1*, pp. 29-43., 15 p.

Brown, H., Armstrong, P., Csuvar, Á., Gossler, J., Herrera, G., Ibrahim, T., Kász, K., Leone, J., Kurucz, K., Molohides, L., Murai, M., Rajczi, A., Stryker, K., Tesser, D., Turáni, J., Vajda, V., Vörösmarty, C., & Kerekes, S. (2019). *Resiliency and Regeneration in the Pannonian Region of Hungary: Towards a Circular Economy for Kőszeg and Beyond*.
https://issuu.com/hillabrown/docs/resilience_and_regeneration_2

Cseh, B., Csuvar, Á. (2019). A gépek és az élő munkaerő versenye, avagy a 4. ipari forradalom etikai aspektusai. *CONTROLLER INFO*, 2019 (3), 4–39.
<https://doi.org/10.24387/CI.2019.3.8>

Csuvar, Á., Bánkuti, G., Cseh, B., Simon, S., Varga, J. (2019). A GPI, az SNBI és a HDI alternatív gazdasági mutatók elméleti áttekintése. *ACTA SCIENTIARUM SOCIALIUM*, 49, 9–17.
<https://m2.mtmt.hu/api/publication/30449375>

Varga, J., Bánkuti, G., Csuvar, Á., Sebestyén Szép, T. (2019). A MEW és az ISEW alternatív gazdasági mutatók elméleti áttekintése. *ACTA SCIENTIARUM SOCIALIUM*, 49, 8–9.
<https://m2.mtmt.hu/api/publication/30440265>

Cseh, B., Csuvar, Á., Bánkuti, G., Varga, J. (2018). Az alternatív gazdasági mutatók használata a közgazdaságtanban [Use of alternative economic indicators in the economy]. In G. Pintér, H. Zsiborács, & S. Csányi (Szerk.),

Arccal vagy háttal a jövőnek? (o. 513–520). Pannon Egyetem Georgikon Kar. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30382068>

Cseh, B., Varga, J., Bánkúti, G., Csuvár, Á. (2018). Use of alternative economic indicators in the economy. In G. Pintér, H. Zsiborács, & S. Csányi (Szerk.), *Arccal vagy háttal a jövőnek?* (o. 39). Pannon Egyetem Georgikon Kar. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30383190>

Csuvár, Á., Holler, K., Madarász, A., Tóth, M. (2018). Szőlőske. In M. Szatmári & V. Szalai (Szerk.), *Felső-Bodrogtörzs Kollégium* (o. 177–182). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30383168>

Csuvár, Á., Holler, K., Madarász, A., Tóth, M. (2018). Perbenyik. In M. Szatmári & V. Szalai (Szerk.), *Felső-Bodrogtörzs Kollégium* (o. 163–166). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30381964>

Csuvár, Á., Holler, K., Madarász, A., Tóth, M. (2018). Zemplén. In M. Szatmári & V. Szalai (Szerk.), *Felső-Bodrogtörzs Kollégium* (o. 201–204). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30383174>

Horváthné Kovács, B., Mezei, C., Barna, R., Csonka, A., Szabó, K., Nagy, M. Z., Nagy, I., Stettner, E., Csuvár, Á., Imre, B., Csizmadia, A., Gáspár-Pintér, Z., Titov, A., Topic, D., Sljivac, D., Gelencsér, G. (2018). Economic and ecological factors of territorial capital in Koppány Valley micro region. In V. Varjú (Szerk.), *Socio-economic, environmental and regional aspects of a circular economy* (o. 53). MTA KRTK RKI Transdanubian Research Department. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3371379>

Szabó, K., Horváthné Kovács, B., Nagy, M. Z., Csuvár, Á., Nagy, B. (2018). Agroforestry in the scope of rural development in Hungary [Az agrárerdészet szerepe a vidékfejlesztésben Magyarországon]. In G. Pintér, H. Zsiborács, &

S. Csányi (Szerk.), *Arccal vagy háttal a jövőnek?* (o. 276–284). Pannon Egyetem Georgikon Kar. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30469759>

Szabó, K., Horváthné Kovács, B., Nagy, M. Z., Csuvár, Á., Nagy, B. (2018). Agroforestry in the scope of rural development in Hungary. In G. Pintér, H. Zsiborács, & S. Csányi (Szerk.), *Arccal vagy háttal a jövőnek?* (o. 109). Pannon Egyetem Georgikon Kar. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/30439019>

Csuvár, Á. (2017). Justifiable Renewable Energy Usage from an Economic Angle. *ACTA UNIVERSITATIS SAPIENTIAE ECONOMICS AND BUSINESS*, 5(1), 11–45. <https://doi.org/10.1515/auseb-2017-0003>

Csuvár, Á., Bánkuti, G., Cseh, B., Simon, S. (2017). A GPI, az SNBI és a HDI alternatív gazdasági mutatók elméleti áttekintése. In G. Molnár & A. Belovári (Szerk.), „*A fantázia (erő)terei*” (o. 46). Kaposvári Egyetem. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3278098>

Csuvár, Á., Hegedűs, P., Radics, R., Tóth, M. (2017). Sásony, Császárkőbánya, Királyhida, Boldogasszony, Nezsider, Pándorfalu-Pomogy. In F. Gyurácz & G. Loksa (Szerk.), *Őrvidék Kollégium* (o. 10–49). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3341655>

Varga, J., Bánkuti, G., Csuvár, Á., Sebestyén Szép, T. (2017). A MEW és az ISEW alternatív gazdasági mutatók elméleti áttekintése. In G. Molnár & A. Belovári (Szerk.), „*A fantázia (erő)terei*” (o. 2–45). Kaposvári Egyetem. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3278092>

Varga, J., Cseh, B., Csuvár, Á. (2017). The machines and the living labor competition, or the ethical aspects of the 4th Industrial Revolution. *II*.

International Conference on University-Based Entrepreneurship and Regional Development, 98. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3401650>

Csuvár, Á., Hegedüs, P., Radics, R., Tóth, M. (2016). Cservenka (Crvenka). In I. Silling & Á. Hágén (Szerk.), *Nyugat-Bácska Kollégium* (o. 3–57). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3341959>

Csuvár, Á., Hegedüs, P., Radics, R., Tóth, M. (2016). Bácsgyulafalva (Telecka). In I. Silling & Á. Hágén (Szerk.), *Nyugat-Bácska Kollégium* (o. 8–37). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3341958>

Csuvár, Á., Hegedüs, P., Radics, R., Tóth, M. (2016). Regőce (Ridica). In I. Silling & Á. Hágén (Szerk.), *Nyugat-Bácska Kollégium* (o. 155-159 PG – 5). Antológia Kiadó. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/3341960>

12. Rövid szakmai önéletrajz

Név: Csuvár Ádám

Születési hely, idő: Kaposvár, 1989.10.19.

Állampolgárság: magyar

Szakmai tapasztalat:

2021. febr. – jelenleg Egyetemi tanársegéd

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, Kaposvár

2020. aug. – 2021. jan. Egyetemi tanársegéd

Szent István Egyetem Kaposvári Campus, Kaposvár

2017. szept. – 2020. okt. Projektmenedzser

Szent István Egyetem Kaposvári Campus, Kaposvár

2018. máj. – 2018. júl. Kutató

Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete (iASK), Kőszeg

2017 szept. – 2020. júl. Egyetemi tanársegéd

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár

2017. máj. – 2020. jún. Küldöttgyűlési tag

Kaposvári Egyetem, Doktorandusz Önkormányzat, Kaposvár

2015. febr. – 2017. aug. Oktató

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár

2013.oct. – 2014. ápr. Pénzügyi referens

Klebelsberg Intézményfenntartó Központ, Kaposvár

Tanulmányok:

2014. – 2020. Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola
Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár
(Doktori képzés)

2016. – 2017. Energiagazdálkodási szakközgazdász
Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástudományi Kar, Budapest
(Szakirányú továbbképzés)

2012. – 2014. Vidékfejlesztési agrármérnök
Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár
(Mesterképzés)

2008. – 2012. Gazdasági és vidékfejlesztési agrármérnök
Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár
(Alapképzés)