

OTDK-dolgozat

2023

**BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KÖZGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**



**A HÁZTARTÁSOK VILLAMOSENERGIA-FOGYASZTÁSÁT
MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON**

**DRIVERS OF RESIDENTIAL ELECTRICITY CONSUMPTION IN
HUNGARY**

Kuszmán Regina

Konzulens: Baranyai Eszter

Kézirat lezárásának dátuma: 2021. 03. 29.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. FENNTARTHATÓ ENERGIAPOLITIKA FONTOSSÁGA	3
1.1. A HÁZTARTÁSOK ENERGIAFOGYASZTÁSA	4
3. A MAGYAR HÁZTARTÁSOK ENERGIAFELHASZNÁLÁSA	6
3.1. ENERGIAFELHASZNÁLÁS CÉLJA	6
3.2. FŰTÉS ÉS MELEGVÍZ-ELLÁTÁS	8
3.3. ÉPÜLETÁLLOMÁNY ÉS ÉPÜLETENERGETIKAI HELYZET	9
3.4. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK SZEREPE	10
4. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS – A HÁZTARTÁSOK VILLAMOSENERGIA- FOGYASZTÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK	13
4.1. ELEKTROMOS ESZKÖZÖK ÁLLOMÁNYA	13
4.2. LAKÓINGATLAN JELLEMZŐI	14
4.3. LAKÓK SZOCIÁLIS ÉS GAZDASÁGI JELLEMZŐI	15
5. ADATBÁZIS ÉS MÓDSZERTAN	17
5.1. AZ ADATBÁZIS	17
5.2. A VÁLTOZÓK BEMUTATÁSA ÉS VIZSGÁLATA	18
5.2.1. Közvetlen tényezők (elektromos eszközök állománya)	20
5.2.2. Lakóingatlan jellemzői	21
5.2.3. Lakók szociális és gazdasági jellemzői	24
6. AZ ÁTFOGÓ MODELL EREDMÉNYEI	27
6.1. EREDMÉNYEK SZEMLÉLTETÉSE EGY MEDIÁN FOGYASZTÓ ESETÉBEN	29
7. KONKLÚZIÓ	31
IRODALOMJEGYZÉK	33
MELLÉKLETEK	I
1. MELLÉKLET: VÁLTOZÓK ISMERTETÉSE	I

ÁBRÁK JEGYZÉKE

3.1. ábra: Végő energiafelhasználás a háztartási szektorban (1990-2016).	6
3.2. ábra: A végő energiafelhasználás célja a háztartási szektorban, 2018.	7
3.3. ábra: A villamosenergia-fogyasztás megoszlása, 2018.....	8
3.4. ábra: Épületállomány megoszlása, 2015.	10
3.5. ábra: A megújuló energiaforrásokból és hulladékból termelt villamosenergia-termelés aránya az összes villamosenergia-felhasználásból.	11
3.6. ábra: A megújuló energiaforrások megoszlása az összes zöld villamosenergia-felhasználásban, 2018.....	11
5.1. ábra: A villamosenergia-fogyasztás eloszlása.	18
5.2. ábra: Alapterület eloszlása.	22

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

5.1. táblázat: A modellekben szignifikánsnak bizonyult változók leíró statisztikája.	19
5.2. táblázat: 1. modell.	20
5.3. táblázat: 2. modell.	21
5.4. táblázat: 3. modell.	24
5.5. táblázat: 4. modell.	26
6.1. táblázat: 5. modell.	28
6.2. táblázat: Medián fogyasztó.	30
6.3. táblázat: A hűtőszekrények energiaosztályainak fogyasztása.	30

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évszázadokban az emberiség tevékenysége jelentősen megnövelte az üvegházhatású gázok kibocsátását, kulcsfontosságú változásokat előidézve az éghajlati rendszerben (IPCC, (2014)). Az emberiség történelmében a közelmúltban volt a legmagasabb az üvegházhatású gázok kibocsátása. 2000 és 2010 között az üvegházhatású gázok kibocsátása évi 2,2%-kal növekedett, míg ez az arány csak 1,3% volt az ezt az évtizedet megelőző 30 évben. Ennek a folyamatnak az erősödését vetítik előre. A népesség további növekedésével párhuzamosan az energiaigény is emelkedni fog, és amennyiben ezt fosszilis energiahordozókból előállított energiával fedezzük, ez továbbra is jelentős üvegházhatású gázok (melynek legnagyobb része CO₂ kibocsátás) kibocsátásával és koncentrációjával fog párosulni (IPCC, (2014)). A jelenlegi CO₂ kibocsátás pedig az elkövetkezendő 20 évre meghatározza az átlaghőmérsékletet, függetlenül a jövőbeli politikai döntésektől (Matus, (2019)).

A kibocsátott CO₂ körülbelül fele a villamosenergia- és hőtermelés által kerül a légterbe, melynek egy jelentős része a háztartásokban kerül felhasználásra, így összességében a háztartások globális szinten a kibocsátás harmadáért felelősek (The World Bank, (2020)). Mivel a háztartások villamosenergia-fogyasztásának kiemelt jelentősége van az energiaellátásban, így fontos megérteni a fogyasztást befolyásoló tényezőket.

A megnövekedett villamosenergia felhasználásának számos oka van. A gazdasági fejlődés, jólét növekedése a háztartásokban használt elektromos készülékek számának növekedéséhez vezetett az elmúlt évtizedekben a fejlett világban. Az Egyesült Királyságban az elektromos berendezések számának növekedése megduplázta az általuk felhasznált villamosenergia mennyiségét, annak ellenére, hogy ezen eszközök hatékonysága évi 2%-kal növekedett az 1970-es évektől (Owen, (2006)). A kisebb létszámú háztartások száma is emelkedik, az emberek megengedhetik maguknak, hogy saját háztartást tartsanak fenn. A többgenerációs családok egyre kevésbé jellemzőek. Magyarországon például az egyszemélyes háztartások száma a 1970-es évekhez képest több, mint a duplájára nőtt, míg a több családból álló háztartások száma csaknem a negyedére csökkent (KSH, (2020a)). Természetesen az energiafogyasztás háztartásonként igen változó lehet, ami függ a lakók energiaszükségletétől és preferenciáitól, valamint az elektromos eszközök hozzáférhetőségétől és megfizethetőségétől.

Ahhoz, hogy hatékony politikai döntéseket lehessen hozni, szükség van a fogyasztói magatartás megértésére, a fogyasztást meghatározó tényezők feltárására és egy olyan modell megalkotására, amely kellő magyarázó erővel bír és képes meghatározni a háztartási energiafogyasztás szintjét és varianciáját a megfelelő változók ismeretében. A szakirodalom a villamosenergia-fogyasztás és a háztartások jellegzetességei közötti kapcsolat széleskörű vizsgálatáról tanúskodik. Azonban az ingatlanállomány heterogenitása és az eltérő éghajlati viszonyok miatt fontosnak tartottam egy olyan kutatás elkészítését, amely bővíti a földrajzi dimenzióját a szakirodalomnak. Kutatásom során nem találkoztam hasonló magyar tanulmánnyal, ezért szerettem volna felmérni a magyar háztartások fogyasztását meghatározó tényezőket. Így tehát legfőbb kutatási kérdésem az, hogy milyen tényezők befolyásolják a háztartások villamosáram fogyasztását Magyarországon. A szakirodalom alapján (Bedir et.al., (2013), Jones et.al., (2015)) a hipotézisem az, hogy a villamosáram fogyasztás szintjét a lakóingatlan jellemzői, a lakók szociális és gazdasági helyzete, valamint a háztartásban megtalálható elektromos berendezések száma együttesen befolyásolja. Elemzésemet a KSH Háztartási költségvetési és életkörülmény című 2018-as adatfelvételének felhasználásával készítem, amely egy a szélesebb közönség számára nem hozzáférhető mikroszintű (csaknem 7000 háztartás adatait tartalmazó) adatbázis.

Dolgozatomat a következőképpen építem fel. Először bemutatom, miért fontos a fenntartható energiapolitika és ebben milyen szerepe van a háztartások energiafogyasztásának. Ezután a magyar energiafelhasználás jellemzőit sorolom fel, külön figyelmet fordítva a háztartásokra, a magyar épületállományra és az alternatív energiaforrásokra. A következő részben a szakirodalom alapján megvizsgálom a háztartási energiafogyasztást potenciálisan befolyásoló tényezőket. Majd az általam használt magyar adatbázist, valamint az abban szereplő számomra fontos változókat fogom bemutatni. Mindezek ismeretében többváltozós regresszió segítségével szemléltetem a magyar háztartások villamosenergia-fogyasztását szignifikánsan befolyásoló tényezőket. Ezen modell megalkotásához különböző statisztikai és ökonometriai eszközöket használtam fel, a számításokat Stata-ban végeztem el. Végezetül összegzem a kapott eredményeket és megemlítek pár lehetséges energiapolitikai eszközt, mely alkalmazása csökkentheti a villamosenergia-fogyasztást.

2. FENNTARTHATÓ ENERGIAPOLITIKA FONTOSSÁGA

A fenntartható gazdaság kiépítésének és a klímaváltozás lelassításának egyik legfontosabb eleme az energiagazdaság (Berners-Lee, (2019)). Az emberiség által felhasznált energia nagy része fosszilis energiahordozókból kerül előállításra. Az előállítás során az atmoszférába kerülő üvegházhatású gázok, legnagyobb részben a kibocsátott CO₂ terhelik a környezetet és gyorsítják a globális felmelegedést. Ennek a folyamatnak a környezetre gyakorolt negatív hatásai mellett beláthatatlan gazdasági és szociális hatásai lehetnek. Számos nemzetközi szervezet és ország törekszik zöldebb döntéseket hozni és energiahatékonysági célokat kitűzni egy fenntarthatóbb gazdaság kiépítésének érdekében (Berners-Lee, (2019)).

Az energiafelhasználás mindig is fontos részét képezte az emberiség fejlődésének és a történelem során korszakváltást jelentett egy-egy új technológia vagy energiahordozó felfedezése. A fa után szén kezdték el használni, majd olajat és gázt, végül nukleáris és megújuló energiahordozókat (nap és szél). Azonban az újabb energiahordozó kiegészítője, mintsem helyettesítője lett a korábbiaknak, így nem vezetett az energiafelhasználás csökkenéséhez (Berners-Lee, (2019)). Az elmúlt csaknem 50 évben a világ teljes energiakínálata 2,6 szorosára növekedett, amelynek továbbra is jelentős részét, a 2018-as adatok alapján a 81%-át nem megújuló, fosszilis energiahordozók szolgáltatják. Az energiatermelés legnagyobb részét képező szén- és gáztermelés tovább növekedett 2019-ben (IEA, (2020)).

Ahhoz, hogy az energiagazdálkodás fenntartható legyen, az energiahatékonyság és megújuló energiaforrások szerepének növelése szükséges, amelyet számos politikai vezetés felismert az elmúlt időszakban. Az Európai Unió vezetői 2007-ben írták elő a 2020-ra vonatkozó energiahatékonysági célokat (European Commission, (2020)). A három fő cél az üvegházhatású gázok 20%-kal való csökkentése az 1990-es szinthez képest, a megújuló energia 20%-os részarányának elérése az energiaellátásban és az energiahatékonyság 20%-kal való növekedése. Ezen célok eléréséhez a tagállamoknak kell a szükséges nemzeti célokat felállítani és éves jelentéseket készíteni az előrehaladásról. Ezt követően az Európai Tanács elfogadta a 2030-ra vonatkozó célokat is. Ennek a direktívának a legfontosabb eleme az energiahatékonyság 32,5%-kal való javítása (ezt a várható 2030-as energiafelhasználáshoz kell hasonlítani) és az üvegházhatású gázok kibocsátásának legalább 40%-os csökkentése 1990-hez képest. Ez azt jelenti, hogy folyamatos javulást kell elérni az energiahatékonyságot illetően és

növelni kell a megújuló energiaforrások szerepét, hogy végül elérjük az energiatermelés teljes dekarbonizálását.

Ezen célok elérését segítően az Energy Labelling és Ecodesign direktívákban előírták a szükséges energiahatékonysági minimumokat a különböző háztartási gépekre vonatkozóan (European Union, (2020)). Jelenleg az Európai Unióban az úgynevezett fehér javakon és lámpákon kívül a televízióra szükséges ezen euró címke feltüntetése. A „fehér javak” közé tartoznak a nagy, konyhai és takarításhoz használt háztartási gépek. Ilyen például a hűtőszekrény, mosógép vagy a fagyasztó (Bressers, 2002). Azonban a „barna javakra” nincs előírás. Ezek leginkább szórakoztató és hobby készülékek, mint például a televízió, házimozsi berendezés, digitális videokamera, fényképezőgép, számítógép vagy az okostelefon.

1.1. A HÁZTARTÁSOK ENERGIAFOGYASZTÁSA

Globális szinten a teljes energiakínálat 30%-át a háztartások használják fel, ami a kibocsátott üvegházhatású gázok harmadának felel meg (Belaid et. al., (2020)). Az Eurostat 2018-as adatai alapján az Európai Unió országaiban a háztartások fogyasztása elérte a végső energiafogyasztás 26%-át, amelynek 25%-a villamosáram fogyasztás volt (Eurostat, (2020)). Ez jelentős része a teljes energiafelhasználásnak, így figyelmet kíván a szektor fogyasztása, hiszen megfelelő energiapolitikai döntésekkel a háztartási fogyasztás csökkentésén keresztül a teljes energiafogyasztás és az üvegházhatású gázok kibocsátása is jelentősen csökkenthető.

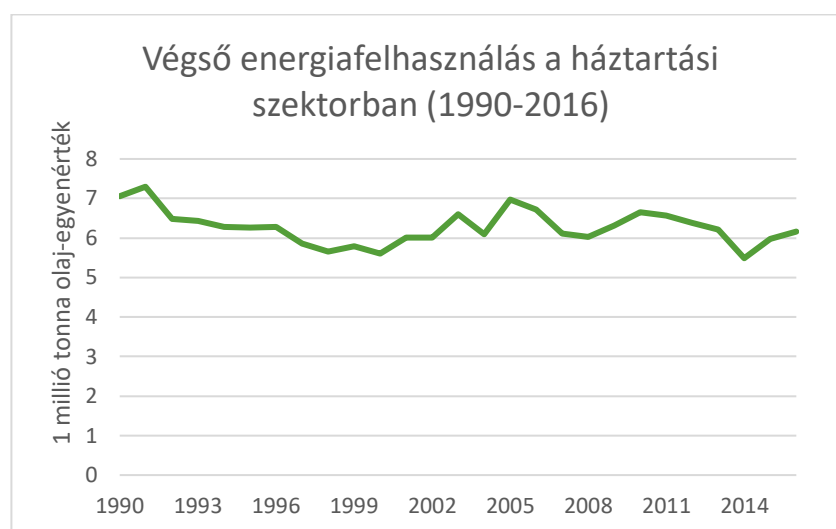
Napjainkban jellemző, hogy egyre több funkciót, szélesebb feladatkört látnak el az elektromos eszközök, többféle elektromos berendezés található meg a háztartásokban, mint akárcsak néhány évvel korábban (Bedir et. al., (2013)). Az általános komfort magasabb szintre emelkedése folyamatosan növelte az elmúlt időszakban az energiafogyasztást, ugyanakkor az energiahatékonyság növekedése kompenzálta a magasabb energiaigényt, így a teljes fogyasztás a háztartási szektorban nem emelkedett jelentősen (Eurostat, (2018)).

Az európai és nemzetközi egyezmények CO₂ kibocsátással kapcsolatos célkitűzéseivel párhuzamosan számos tanulmány készült a háztartások energiaigényét befolyásoló tényezők feltárásának érdekében. Ezekben jellemzően vizsgálják a lakóépületek fizikai tulajdonságait, a lakók szociális és gazdasági jellemzőit, valamint életmódjukat és preferenciáikat. Fő céljuk olyan energiapolitikai döntések támogatása, melyek előremozdítanák a háztartások energiatakarékosságát. A szakirodalomból kirajzolódik az a vélekedés miszerint a fogyasztók támogatásokkal vagy adóztatással a megfelelő döntések meghozatalára ösztönözhetők.

Ezen túl a viselkedési közgazdaságtan eredményeit is használják energiapolitikai döntések meghozatalához. Az elemzések irányt mutathatnak a fogyasztói magatartás megértéséhez és a politikai eszközök hatékonyságának felméréséhez. Pollitt et.al. (2011) bemutat több olyan tanulmányt is, ami hangsúlyozza a normák szerepét az energiafogyasztásban. Ilyen kutatás volt az OPOWER is, amikor a háztartások értesítést kaptak saját és szomszédjaik fogyasztásáról, valamint energiatakarékosági javaslatot. A szerzők állítása alapján ez körülbelül 2%-kal csökkentette a felmérésben résztvevő háztartások fogyasztását.

3. A MAGYAR HÁZTARTÁSOK ENERGIAFELHASZNÁLÁSA

Szakdolgozatomnak ebben a fejezetében a magyarországi energiafogyasztással kapcsolatos jellegzetességeket, adatokat fogom megvizsgálni és bemutatom Magyarország hosszútávú céljait a karbonsemlegesség megvalósítására. A különböző energiahordozókon belül a háztartások szerepét és részesedését fogom kiemelni a teljes, illetve a villamosenergia-fogyasztásból, megvizsgálom a magyar épületállományt és a megújuló energiaforrások szerepét.



3.1. ábra: Végső energiafelhasználás a háztartási szektorban (1990-2016).

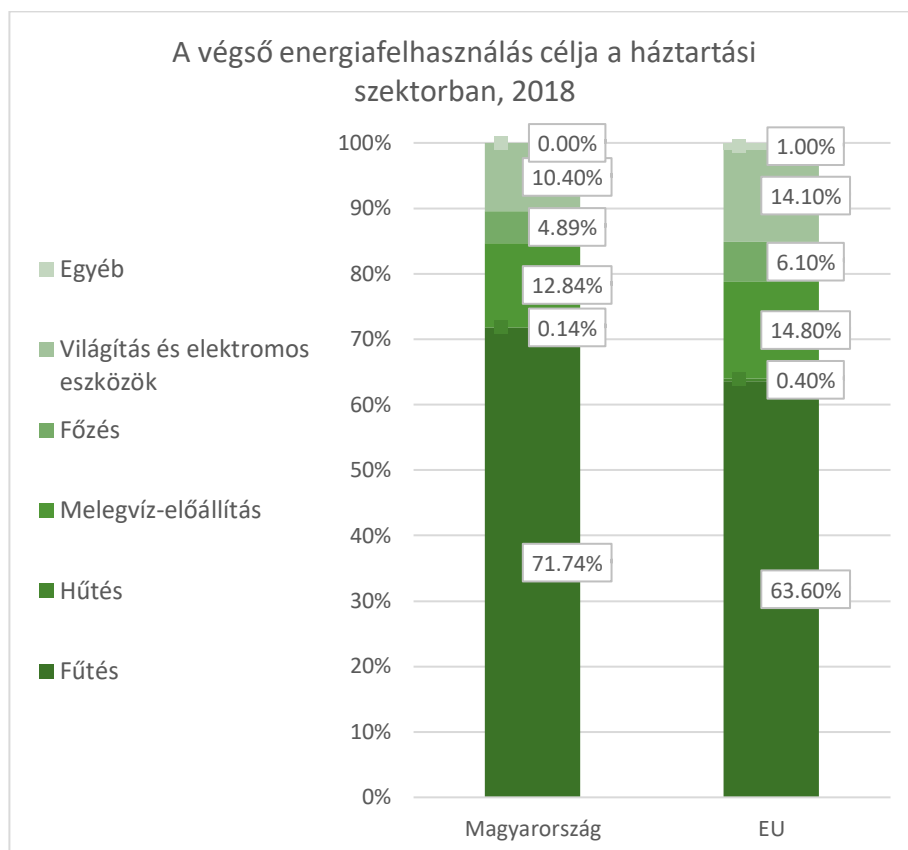
Forrás: KSH, (2020b)

A Nemzeti Épületenergetikai Stratégia (NFM, (2015)) felmérése alapján az ország primer energiafelhasználásának 40%-át az épületek teszik ki, amelynek 60%-a háztartásokhoz köthető. A 3.1. ábra alapján nem nőtt a végső energiafelhasználás a háztartási szektorban az elmúlt évtizedek alatt. Azonban egy jelentős szektorról van szó, amely fogyasztásának csökkentése releváns az ország teljes energiafelhasználásának szempontjából és hozzájárulhatna az európai uniós klíma célok eléréséhez.

3.1. ENERGIAFELHASZNÁLÁS CÉLJA

Energiapolitikai szempontból fontos a háztartások energiafelhasználásának célja. A 2018-as adatok alapján az alábbi ábra szemlélteti a végső energiafelhasználás megoszlását a háztartási szektorban hazánk és az Európai Unió esetében. Ez alapján elmondható, hogy hazánkban a fűtésre fordított energia aránya magasabb, mint az EU egészét tekintve. Ennek oka

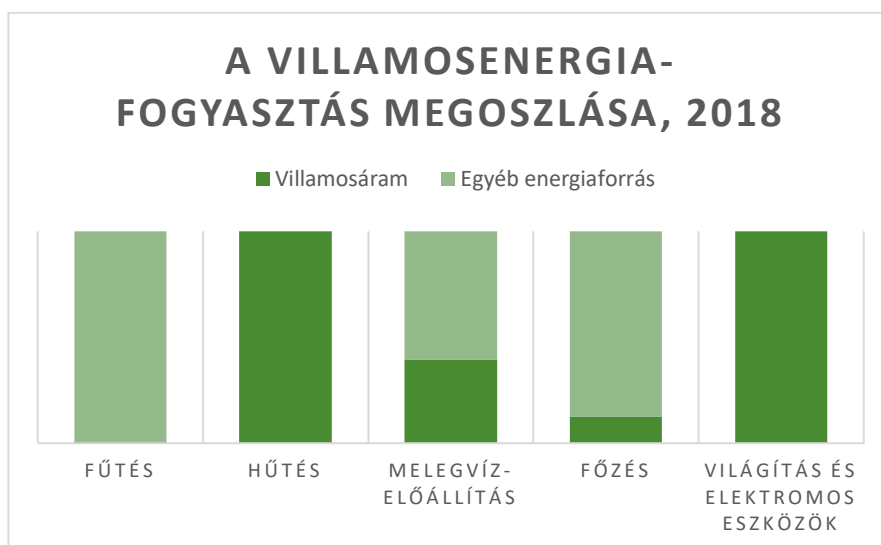
lehet a kontinentális éghajlatra jellemzőbb hidegebb telek, illetve a lakóépületek szerényebb energiahatékonysága. Azonban az EU teljes fogyasztásának megoszlásához képest, hazánkban a világításra és elektromos eszközökre felhasznált energia részaránya kisebb. Összességében a fűtésre és a melegvíz előállítására felhasznált energia a legjelentősebb a teljes energiafelhasználásban.



3.2. ábra: A végső energiafelhasználás célja a háztartási szektorban, 2018.
 Forrás: Eurostat, (2020)

Az EU által meghatározott cél, az üvegházhatású gázok 20%-kal való csökkentéséhez fontos azonban a felhasznált energiahordozók aránya is. A fosszilis energiahordozók (szén, olaj és földgáz) arányát szükséges csökkenteni a teljes ellátáson belül, azonban a távhő és villamosenergia-ellátás szempontjából is fontos az előállítás során felhasznált energiaforrás. Ezen energiaellátásokat szeretné Magyarország minél nagyobb hányadban megújuló energiaforrásból előállítani (ITM, (2020)). A háztartások energiafelhasználásában a földgáz és a távhő felhasználása csökkenést mutat, azonban a tűzifa felhasználása nőtt. Az 1996 és 2008 közötti periódusban nőtt a teljes és az egy háztartásra jutó villamosenergia-fogyasztás (KSH, (2010)), azonban 2005 és 2015 között a villamosenergia-felhasználás nem változott lényegesen

(NFM, (2015)). Az energiafelhasználás célja alapján a villamosenergia-fogyasztás megoszlását az alábbi ábra szemlélteti.



3.3. ábra: A villamosenergia-fogyasztás megoszlása, 2018.

Forrás: Eurostat, (2020)

Ezen ábra alapján látható, hogy Magyarországon a fűtésre felhasznált energiaellátásban nincs igazán jelen a villamosenergia, míg a hűtésre (legkondicionáló) ezt az energiaforrást használják. A melegvíz-előállítás majdnem 40%-a is villamosáram felhasználásával történik, a főzéshez azonban nem jelentős a felhasználás. Továbbá a világításhoz és az elektromos eszközök használatához van szükség ezen energiaforrásra.

3.2. FÜTÉS ÉS MELEGVÍZ-ELLÁTÁS

A korábban említetteknek megfelelően a fűtés és melegvízfogyasztás jelentős a teljes energiafogyasztáson belül, így kiemelten fontos az energiatakarékosságot célzó politikák szempontjából. Magyarországon jelentős a távhő használata a többlakásos házak fűtéséhez, a panelházak 99%-ban távhővel fűtenek (NFM, (2015)). Az energiafelhasználás szerkezetében történt változás, 1996-ban még 18% volt a távhő aránya a háztartások energiafogyasztásában, azonban ez az arány már csak 10% volt 2008-ban. Ennek oka lehet, hogy a többlakásos társasházak leváltak a távhőhálózatról és a panelházak építkezése is megszűnt. Villamosenergia fűtési célú felhasználása szinte elenyésző.

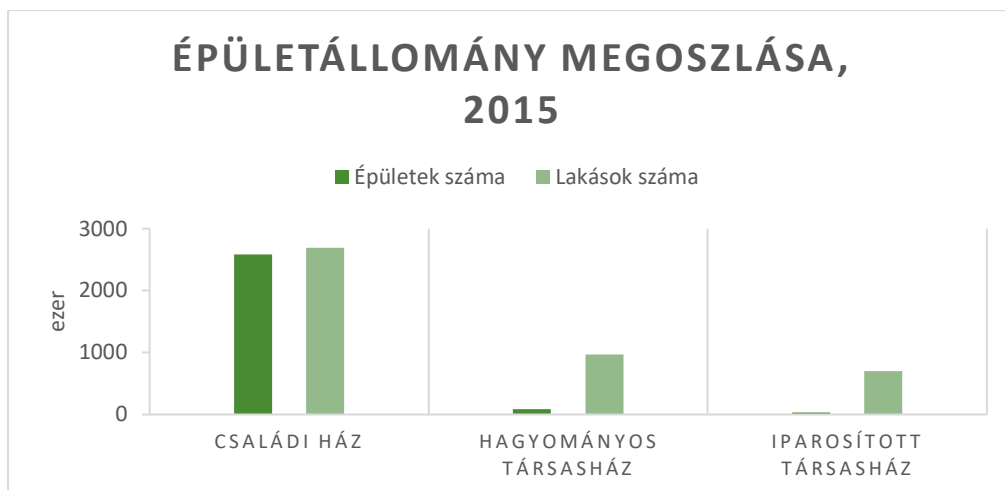
A háztartások energiahasználatának szerkezetét a kommunális ellátottság is nagyban befolyásolja. 2008-ban több mint 2,9 millió háztartásban volt vezetékes gáz, amelyek 60 %-ban

ezzel is fűtöttek (KSH, (2010)). A családházak esetében 58% körüli a gázcirkó vagy gázkonvektor használata (NFM, (2015)). A fűtési és melegvíz-előállítás módja továbbá kapcsolatban áll a háztartások jövedelmi helyzetével. Az alsó jövedelmi decilisbe tartozó háztartások leginkább szilárd tüzelőanyagot használnak a fűtéshez és villamos áramot a víz melegítéséhez. A jövedelem növekedésével gyakoribb a földgáz használata fűtéshez és melegvíz előállításához egyaránt (KSH, (2010)).

3.3. ÉPÜLETÁLLOMÁNY ÉS ÉPÜLETENERGETIKAI HELYZET

A háztartási energiafogyasztás megértéséhez szükség van a lakásállomány vizsgálatára. A lakóépületek nem megfelelő energiahatékonysága nagy energiaveszteséggel jár. A következő részben áttekintem a magyarországi épületállomány energetikai helyzetét.

A 2015-ös adatok alapján közel 4,4 millió lakás van Magyarországon, amelyek megoszlását a 3.4. ábra szemlélteti. Az ábra alapján látható, hogy a lakóépületek többsége családi ház és a háztartások nagyrésze is ilyen épületben található. Ezen épületek legnagyobb aránya, körülbelül 50%-a 1945 és 1980 között épült. A családi házak közel 75%-a 1980 előtt épült az akkori hőtechnikai követelmények szerint, amelyeknek kevesebb, mint 16%-át hőszigetelték csak teljeskörűen. A családi ház állomány hőszigetelt aránya 5 és 30% közötti, ami a település típusától erősen függ (NFM, (2015)). A 2000-es évek előtt épült családi házak nyílászáróit az épületek 27-75%-ánál cserélték ki. A Magyar Energhatékonyági Intézet szerint a vidéken található családi házak esetében van a leginkább szükség a korszerűsítésre. (MNB (2019))



3.4. ábra: Épületállomány megoszlása, 2015.

Forrás: Csoknyai Tamás, (2013)

A társasházak 20%-a 1980 előtt épült panelház, amelyeknek körülbelül 20%-a hőszigetelt. A 2001 után épült kis- és nagy társasházak csak 16%-át teszik ki a teljes társasház állománynak. A régebbi társasházak körülbelül felénél cseréltek nyílászárókat. (NFM, (2015))

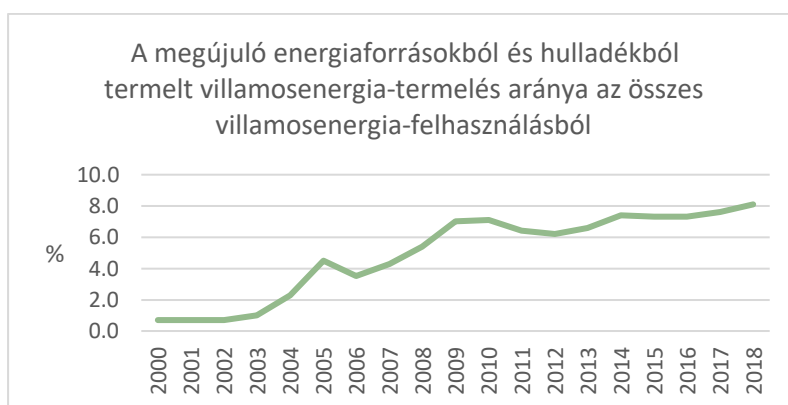
A lakóingatlanok mindössze 10%-a volt 2018-ban új vagy felújított állapotú (KSH kutatószoba, (2020)), így energiahatékonyságuk javításában is nagy potenciál van. A korábban bemutatott adatok is jelzik, hogy a hazai épületállomány elavult. Az előző években átadott energetikai tanúsítványok alapján a BB (közel nulla energiaigényű) és annál jobb kategóriájú ingatlanok részaránya még mindig elenyésző annak ellenére, hogy növekedést mutat. Azonban a rosszabb energiahatékonyságú lakások száma is növekedést mutatott 2016 és 2018 között (MNB (2019)). A magyarországi lakásállomány többségében magántulajdonban van, a lakások 88%-ban a tulajdonosok laknak (KSH kutatószoba, (2020)). Ennek okán a lakóépületek felújítása nagy mértékben függ a tulajdonos anyagi helyzetétől és szándékától. Egy 2016-os tanulmány szerint csak 24% körüli azon háztartások aránya, akik szeretnék energetikai korszerűsítésre beruházni (MNB (2019)).

3.4. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK SZEREPE

Ebben a részben bemutatom a megújuló energiaforrások szerepét a magyar energiagazdaságban és a háztartások villamosenergia-fogyasztásában. A megújuló energiaforrásokból termelt villamosenergia növekedésével Magyarország hozzájárulna a nemzetközi kötelezettségeinek (Európai Unió irányelveinek) teljesítéséhez. A CO₂ kibocsátás csökkenne, amivel szerepet vállalna a környezet megóvásában és a globális felmelegedésnek

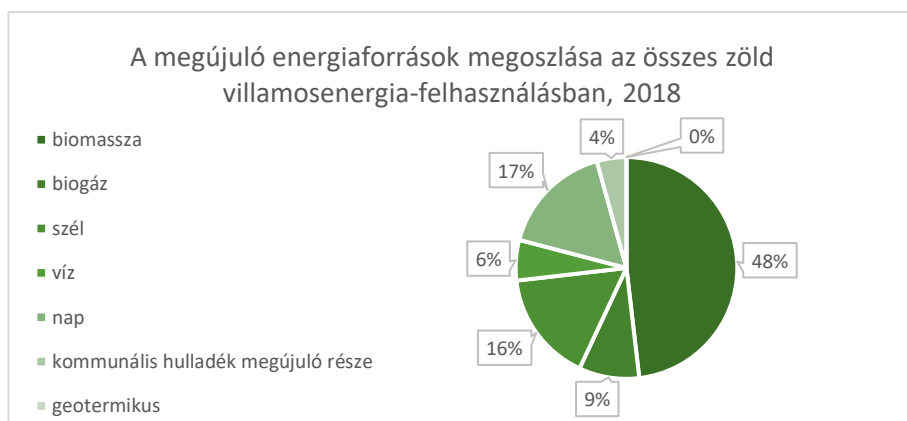
való kitettség csökkentésében. A családok energiafogyasztásának kiadásai is kisebbek lennének. Továbbá csökkenne hazánk importfüggősége és a külkereskedelmi mérleg is javulna. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium által az Európai Uniónak is benyújtott Nemzeti Energia- és Klímaterv alapján Magyarország energiatermelésének dekarbonizálását az atomenergia mellett, a megújuló energia alkalmazásával (legnagyobb arányban napenergiával) tervezi megvalósítani (ITM, (2020)).

Az alábbi ábra mutatja, hogy hazánkban az elmúlt évek során folyamatosan nőtt a teljes villamosenergia-fogyasztás megújuló energiaforrásból termelt aránya, mely 2018-ban 8,1% volt (KSH, (2020c)). Ennek legnagyobb része biomasszából és szélenergiából került előállításra (3.6. ábra). Jelenleg a napenergia részesedése csak 16% körül van, azonban Magyarország potenciált lát e zöldáram termelésben és a Nemzeti Energia- és Klímaterv alapján (ITM (2020)) fejlesztések várhatóak az elkövetkezendő években.



3.5. ábra: A megújuló energiaforrásokból és hulladékból termelt villamosenergia-termelés aránya az összes villamosenergia-felhasználásból.

Forrás: KSH, (2020c)



3.6. ábra: A megújuló energiaforrások megoszlása az összes zöld villamosenergia-felhasználásban, 2018.

Forrás: KSH, (2020c)

Magyarországon jelentős potenciál rejlik a biomassza és a geotermikus energia hasznosításában is. A Kárpát-medencében a földkéreg vastagsága közel fele akkora, mint a kontinentális átlag, valamint termálvizekben gazdag. Ez azt jelenti, hogy nem szükséges olyan mélyre lefúrni a kívánt hőfok eléréséhez, így a fűtési és hűtési szektorban könnyen felhasználható ez a kettő megújuló energiaforrás (Haffner, (2017)). Ezt a lehetőséget célozza meg a Zöld Távhő Program, illetve az egyedi fűtésű épületek fűtésrendszerének ezen energiaforrásokra helyezésének ösztönzése (ITM, (2020)). Ugyan a geotermikus energia hasznosítása leginkább hőtermelésre alkalmas, a közeljövőben épülhet olyan geotermikus erőmű is, amely magasabb hőmérsékletű víz és gőzturbinák segítségével képes lesz villamosáramot is előállítani (Tóth, (2009)).

A KSH adatai alapján már a 2000-es években jelen volt az alternatív energiahordozók használata a háztartásokban, 2008-ban a háztartások 0,1% használt napenergiát a víz melegítéséhez (KSH, (2010)). A 2008-as 5,4%-ról 10 év alatt 8,1%-ra nőtt a háztartások megújuló forrásokból és hulladékból termelt villamos energiából származó energiaellátása (KSH, (2020c)). 2018-ban a háztartások 0,18%-a használt alternatív energiaforrást a lakóépület fűtésére (KSH kutatászoba, (2020)).

Magyarországon is növekszik a háztartások által használt megújuló energiát hasznosító berendezések telepítése, mely megköveteli a FIT (feed-in tariff) rendszert segítő okoshálózatok kiépítését a változékonny megújuló energiaforrások használatához (Danube InGrid, (2020)). A FIT rendszer, intelligens hálózatok segítségével lehetővé teszi a háztartások számára a megújuló energiaforrások által megtermelt villamosenergia betáplálását a villamoshálózatba, amely később elszámolható a szolgáltatóval. A jelenleg is zajló (az Európai Unió által támogatott) Szlovákiával közös Danube InGrid projekt részeként építenek ki 2020 és 2027 között olyan okoshálózatot, mely új megújuló villamosenergia-termelők csatlakozását teszi lehetővé, valamint növeli a villamos energiaellátás minőségét és biztonságát. Az intelligens hálózat ezzel egy időben csökkenti a negatív környezeti hatásokat is.

4. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS – A HÁZTARTÁSOK VILLAMOSENERGIA- FOGYASZTÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A fogyasztói magatartás megértéséhez számos tanulmány készült az elmúlt évtizedekben, ahogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése és a klímaváltozás lassítása egyre nagyobb mértékben része lett a globális és nemzeti szakpolitikának. Ezen tanulmányok a háztartások energiafogyasztásának befolyásoló tényezőit igyekeznek felmérni és modellezni. Nagy részük kizárólag villamosenergia-fogyasztását vizsgálja, a minták pedig általában egy adott ország háztartásaiból származnak. Több kutatás (Carlson et.al., (2013)) (Nielsen, (1993)) hangsúlyozta, hogy a hatékony energiapolitikához nem elegendő az árakon keresztül ösztönözni a háztartásokat fogyasztásuk csökkentéséhez. Szükség van más, a fogyasztást jelentősen befolyásoló tényezők feltárására. A legtöbb kutatás részét képezik a közvetlen tényezők (elektromos eszközök száma és használatának hossza) és a közvetett tényezők (a lakás jellemzői, illetve a lakók szociális és gazdasági helyzete). Az kutatások nagyrésze regressziós elemzéssel vizsgálódott (Bedir et.al., (2013), O'Doherty et.al., (2008)), melyek között vannak kvantilis regressziós elemzések is (Belaïd et.al., (2020), Kaza, (2010)). Más szerzők klaszterképzést használtak (Vringer et.al., (2007)). Ebben a fejezetben bemutatom a tanulmányok alapján a háztartások energiafogyasztását befolyásoló feltételezett tényezőket és a kutatások eredményeit.

4.1. ELEKTROMOS ESZKÖZÖK ÁLLOMÁNYA

A tanulmányok nagyrészt a közvetlen tényezők bizonyultak a legjelentősebbnek a villamosenergia-fogyasztást illetően. Bedir et. al. (2013) tanulmánya, amely a holland háztartások villamosenergia-fogyasztását vizsgálta 323 háztartásban, azt találta, hogy az általános háztartási gépek és a hobby elektromos eszközök száma és használati ideje korrelál a legerősebben a fogyasztással. Továbbá az általuk becsült modellben a berendezések száma önmagában képes volt a fogyasztás varianciájának 20%-át megbecsülni. Nielsen (1993) 1500 dán háztartás bevonásával készített kutatása megállapította, hogy az elektromos berendezések számának 1%-os emelkedése 0,35%-kal növeli meg a végső villamosenergia-fogyasztást. Carlson et. al. (2013) kutatása alapján egy átlagos háztartás villamosáram fogyasztásának 50%-ért az Egyesült Államokban 4 elektromos berendezés felelős. Ezen eszközök a légkondicionáló,

a hűtőszekrény, a melegvizet előállító berendezés és a lámpatestek. Egy olyan háztartásban, ahol azonban nincs gázfogyasztás a világítást és a hűtőszekrényt felváltja a fűtésre használt berendezés, valamint a szárítógép. A szerzők által képzett scenáriók mindegyikében a fehér javak közül került ki a 4 legnagyobb fogyasztású gép.

4.2. LAKÓINGATLAN JELLEMZŐI

Belaid et. al. (2020) francia háztartásokon végzett kutatása kvantilis regresszióval elemezte a fogyasztást befolyásoló tényezőket és kiemelte, hogy a közvetlen tényezőknél is nagyobb hatással vannak a lakóingatlan jellemzői a fogyasztásra. Elemzésében az ingatlan területe, a fűtés módja és a lakóépület típusa (családiház fogyasztása magasabb, mint a lakásoké) bizonyult szignifikánsnak. Bedir et. al. (2013) elemzése alapján az épület jellegzetességei közül szintén az épület típusa, valamint a szobák száma jelentősen befolyásolja a fogyasztást. A hobby és tanulószobák száma növeli, míg a hálósobák száma csökkenti a villamosáram igényt. Utóbbi kapcsolatot azzal támasztották alá a szerzők, hogy a hálósobákban eltöltött rövid idő, illetve az alvás nem igényel nagy fogyasztást. Brounen et. al. (2012) kutatása arra az eredményre jutott, hogy a szobák száma kis mértékben csökkenti a villamosáram fogyasztást, míg a lakóingatlan alapterülete erős kapcsolatban áll vele. Továbbá a fűtés és melegvíz előállítás magas energiaigénye miatt, a kutatások nagy részében vizsgálják a fűtésrendszer és a bojler típusát (Jones et. al. (2013)). Az elemzések konzisztens eredményt adtak a villanyfűtés és villanybojler pozitív irányú szignifikáns hatásáról.

Bedir et.al. (2013) számításai alapján a földszinti lakások fogyasztása magasabbnak bizonyult, aminek oka a szerzők feltételezése alapján a természetes fény hiánya miatti magasabb világítási szükséglet. A tanulmány továbbá rámutatott arra, hogy a magasabb gázfogyasztás növelte a villamosáram fogyasztást a megfigyelt háztartások esetében, azonban a szerzők ennek okára nem találtak lehetséges magyarázatot.

Jones et.al. (2015) összefoglaló elemzése rávilágított arra, hogy az ingatlan kora egyes tanulmányok számításai alapján növeli az elektromos fogyasztást, míg más kutatások éppen az ellenkezőjét találták szignifikánsnak. Brounen et.al. (2012) regressziós modellje nem mutatott konzisztens kapcsolatot a fogyasztás és az ingatlan kora között. A szerzők feltételezése az, hogy a fogyasztás a nagyfogyasztású berendezések használatával függ össze, ami inkább az újabb építésű ingatlanokra jellemző, így mutatva egy gyenge kapcsolatot a kor és a fogyasztás között egyes háztípusok esetében. O'Doherty et. al. (2008) kutatása ugyan nem tartalmazott

információt a fogyasztás mértékére, a szerzők a nagyfogyasztású háztartási gépekkel rendelkező háztartások jellemzőit szerették volna felmérni. A kutatás rávilágított arra, hogy hasonló tényezők befolyásolják a nagyfogyasztású háztartási eszközök számát a háztartásokban, mint az energiatakarékos berendezések számát. Így a szerzők álláspontja az, hogy az ingatlan kora nem csökkenti jelentősen a végső fogyasztást, mivel az újabb épületekben az energiahatékony berendezések kompenzálják a magasabb fogyasztású gépek számát.

4.3. LAKÓK SZOCIÁLIS ÉS GAZDASÁGI JELLEMZŐI

Nielsen (1993) tanulmánya szerint a lakók szociális és gazdasági jellemzői befolyásolják a háztartás elektromos berendezéseinek állományát. Ez az állomány pedig meghatározza a háztartás átlagos és átlagon felüli fogyasztásának nagyságát. Az utóbbi fogyasztás a lényegesebb, ennek a fogyasztásnak egy részét lehet csökkenteni a megfelelő politikai eszközökkel. Azt is kiemeli a szerző, hogy a jövedelem az a gazdasági jellemző, mely adóztatással rövid távon befolyásolható és hatással lehet az energiatakarékosságra. Más tanulmányok is kiemelték a jövedelem hatását. Brounen et.al. (2012) holland háztartásokon végzett elemzése alapján a rendelkezésre álló jövedelem 1%-os emelkedése esetén, a villamosáram fogyasztás 11%-kal növekszik. Bedir et.al. (2013) vizsgálta más anyagi helyzetet leíró változó hatását is, mint a jelzáloghitel törlesztőrészelete, azonban szoros kapcsolatot nem talált.

Brounen et.al. (2012) a jövedelem mellett a család összetételét találta meghatározónak és kis mértékben a háztartás létszámát. A gyerekeket és főleg serdülőket nevelő háztartásoknak sokkal magasabb a fogyasztása, mint más háztartásoknak. Belaid et.al. (2020) szerint a családfő életkorának pozitív szignifikáns hatása van az energiafogyasztásra, mely kapcsolatban lehet a különböző életszakaszok eltérő fogyasztásával (gyermeknevelés során megemelkedik, majd lecsökken, amikor a gyerekek felnőnek és elköltöznek). Leahy és Lyons (2010) kutatása alapján a 45 és 65 év közötti életkorban lévő háztartásfők otthonában szignifikánsan nagyobb fogyasztást figyeltek meg, mint a 34 és 44 közöttiek esetében. 64 éves kor felett azonban csökken a fogyasztás. Ennek ellenére Bedir et. al. (2013) nem talált szignifikáns kapcsolatot az életkor és a villamosenergia-fogyasztás között. Feltételezésük az, hogy az eltérő korosztályok hasonló elektromos eszközöket használnak a háztartások. Leahy és Lyons (2010) az általános iskolai végzettséggel rendelkező háztartásfők esetében 6,4%-kal kisebb fogyasztást figyelt

meg, mint az érettségivel rendelkezők otthonában, azonban Bedir et. al. (2013) nem talált szignifikáns kapcsolatot az iskolai végzettség és a fogyasztás között.

Az ingatlanban eltöltött évek száma Bedir et.al. (2013) elemzése során gyenge kapcsolatot mutatott a fogyasztással, az évek során enyhén növeli a villamosenergia-fogyasztást. A tulajdonos által lakott háztartások egyes kutatások szerint magasabb fogyasztással járt együtt, míg mások a bérelt lakásoknál figyeltek meg magasabb fogyasztást (Jones et. al., (2015)).

A tanulmányok nagyrésze egy adott ország háztartásainak adatai alapján vizsgálódott, de több esetben egy adott lakókörnyezetben végezték a felmérést. Ennek okán a földrajzi elhelyezkedést vagy településtípus hatását csak kevesen vizsgálták. Belaid et.al. (2020) elemzése szignifikánsnak találta a lakóingatlan lokációját, melyet az eltérő éghajlati viszonyokkal magyarázott. Egy magyar tanulmány azonban kifejezetten a településtípus szerinti bontás alapján vizsgálta a villamosenergia-fogyasztás mértékét (Durkó et. al., (2016)). A szerzők rávilágítottak arra, hogy míg számos szakirodalomban az urbanizáció és a növekvő energiafogyasztás között oksági kapcsolatot azonosítanak, a magyarországi adatok csak nagyon gyenge statisztikai kapcsolatot mutattak. Ennek hátterében az állhat, hogy míg a városokban magasabb a GDP és az életszínvonal, valamint alacsonyabb a munkanélküliség és több elektronikai eszközt vásárolnak, addig az ezáltal megemelkedett fogyasztást a korszerűbb berendezések energiahatékonysága kiegyenlíti.

A tanulmányok egy része a lakók komfort preferenciáira és belső értékeire is hangsúlyt fektetett. Belaid et.al. (2020) a fogyasztói preferenciák vizsgálatának alapján azt az eredményt kapta, hogy átlagosan 5%-kal magasabb a fogyasztás azokban a háztartásokban, ahol a komfortot (magasabb hőmérséklet igény és több elektromos berendezés) részesítik előnyben. Vringer et.al. (2007) tanulmánya az energiaszükséglet kapcsolatát vizsgálta az értékminták, az energia megtakarítás iránti motiváció és a klímaváltozás problémamegítélésének vonatkozásában. A szerzők feltételezése az, hogy az energiahatékonyság növekedése nem elegendő az energiafogyasztás csökkentéséhez, ehhez a fogyasztási szokásokat kell megérteni és ez alapján kell egy hatékony energiapolitikai döntést hozni. A kutatás eredménye alapján a legkevésbé motivált csoport energiaigénye 4%-kal magasabb az átlagos és leginkább motivált csoportokhoz képest. Ezt a szerzők nem találták jelentősnek és véleményük az, hogy a környezet iránti felelősséget internalizáló stratégiákat célzó politikák nem növelik jelentősen az energiatakarékosságot.

5. ADATBÁZIS ÉS MÓDSZERTAN

Szaktervezésemnek ebben a részében ismertetem az empirikus modellemhez felhasznált adatbázist, változókat és az elemzés módszertanát. A dolgozat fő célja, hogy megvizsgálja a villamosenergia-fogyasztást befolyásoló tényezők főbb csoportjainak összhatását. Mindenesetre a csoportokat érdemes külön-külön is szemügyre venni, a regressziók egy részében így ezeket külön is vizsgálom.

5.1. AZ ADATBÁZIS

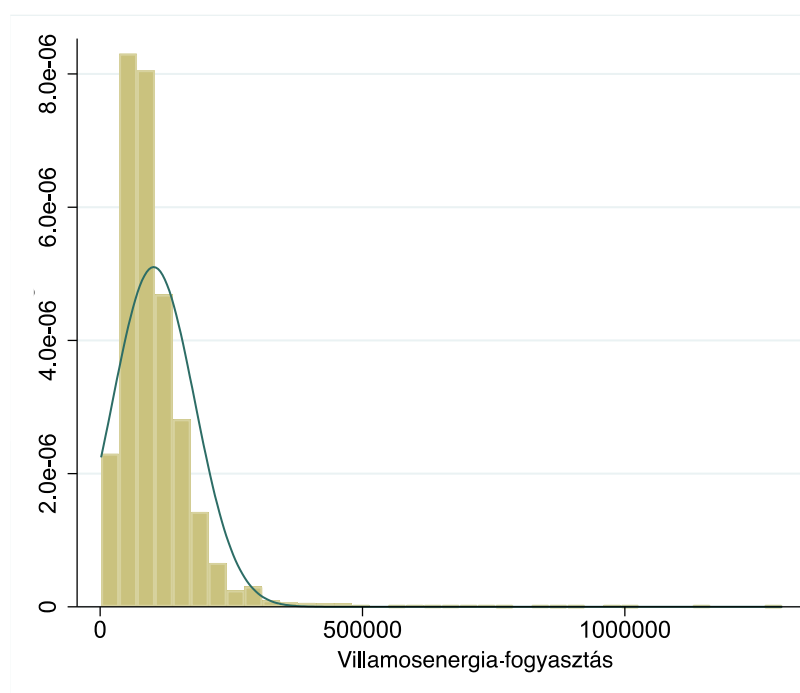
Az empirikus vizsgálat alapjául a KSH Háztartási költségvetési és életkörülmény című adatfelvétele (röviden HKÉF) szolgált alapul. Ezt a felmérést minden évben körülbelül kilencezer véletlenszerűen kiválasztott háztartás részvételével végzik el. Az adatgyűjtés célja a lakosság életkörülményeinek feltárása, azonban a mikro adatbázis számos olyan változót tartalmaz, melyek az energiafogyasztást befolyásoló tényezőiként is azonosíthatók. Továbbá tartalmazza a villamosenergia-fogyasztásra befizetett összeget.

A KSH által elvégzett adatgyűjtés módja véletlen és reprezentatív mintát eredményez, így elmondható, hogy a mintaelemek előre ismert valószínűséggel lettek kiválasztva, valamint a minta összetétele csak a véletlen hatására tér el a sokaság összetételétől. A 2018-as minta, amit az elemzésemhez használtam csaknem 7000 háztartás adatait tartalmazza.

Az adatokon többváltozós regressziós elemzést végeztem az alábbi transzformációkat követően: kiugró adatok (outlierek) szűrése, minőségi változók dummy változóvá alakítása és hiányzó adatok kezelése. Outlierek kiszűrésére az eredményváltozó esetében került sor, amit a későbbiekben ismertetek. A többi változó esetében nem volt irrelevánsnak tűnő kiugró érték. Hiányzó adatok kategorikus változóknál fordultak elő, ahol a referenciaszemély nem tudta vagy nem akarta megválaszolni a kérdést. Ezeket a megfigyeléseket elhagytam, mivel a minta 1%-át sem érintették. A változók szignifikanciáját 5%-on vizsgáltam.

Elemzésem célja a háztartások éves villamosenergia költségének becslése. Míg számos tanulmányban kWh fogyasztás használtak eredményváltozóként, az általam használt adatbázis kizárólag villamosenergia költségre tartalmaz információt. Magyarországon 4 villamosenergiát szolgáltató vállalat van jelen, melyek árai közel azonosak. Ennek okán feltételeztem, hogy a háztartásoknak összességében közel azonos árat kell fizetniük 1 kWh fogyasztásért, ezáltal használható a monetarizált villamosenergia-fogyasztás eredményváltozóként. A

villamosenergiára fordított éves kiadás erősen balra ferde eloszlást mutatott, amit az alábbi ábra szemléltet. Dobozábrával megvizsgáltam a kiugró értékeket és az interkvartilis terjedelem másfélszeresénél magasabb megfigyeléseket elhagytam, mert ezeket nem találtam relevánsnak energiapolitikai szempontból. Ez az évi 215 000 Ft. feletti összegeket jelenti. Azonban az outlierek kiszűrését követően sem lett normális eloszlású a változó, a normalitásra vonatkozó teszt nullhipotézisét nem tudtam elfogadni. Az eloszlás szimmetrikus lett, azonban laposabb, mint a vele azonos szórású normális eloszlás.



5.1. ábra: A villamosenergia-fogyasztás eloszlása.

Forrás: KSH HKÉF, (2018)

Kategorikus változók esetében előfordult, hogy a referenciaszemély nem tudta vagy nem akarta megválaszolni a kérdést. Ez összesen 51 megfigyelést érintett, mely töredéke a mintának, így nem tartottam szükségesnek az imputálást és elhagytam ezen megfigyeléseket.

5.2. A VÁLTOZÓK BEMUTATÁSA ÉS VIZSGÁLATA

Ebben a részben bemutatom a modellem magyarázó változóit. A regressziós modell a közvetlen faktorokon túl (elektromos eszközök száma a háztartásban), a közvetett tényezőket is tartalmazza. Utóbbi csoportba az ingatlan és a háztartás lakóinak gazdasági és szociális jellemzői tartoznak. Továbbá a változók kapcsolatát is megvizsgálom az eredményváltozóval,

valamint a villamosenergiát befolyásoló tényezők különböző csoportjainak magyarázó erejét is felmérem külön modellekkel. A változók közti kapcsolatot a Pearson-féle korrelációs együtthatóval vizsgáltam, ami megmutatja a kapcsolat szorosságát folytonos és bináris változó között is (ezen együtthatók és a változók listája a mellékletben megtalálható). Az alábbi táblázat foglalja össze a további részekben található modellek szignifikáns változóinak statisztikai jellemzőit.

Változó	Mintán belüli arány	Átlag	Szórás	Percentilisek				
				1.	25.	Medián	75.	99.
Villamosenergia-fogyasztás		102 045	78 212	8 570	60 000	85 200	122 000	380 000
Fehér javak száma		3,88	1,21	1	3	4	4	7
Barna javak száma		3,77	2,94	0	1	3	5	13
Légkondicionáló		0,05	0,23	0	0	0	0	1
Hűtő- és fagyasztógépek		1,55	0,66	0	1	1	2	3
Kombinált tűzhely		0,19	0,39	0	0	0	0	1
Mosogatógép		0,15	0,36	0	0	0	0	1
Szárítógép		0,02	0,16	0	0	0	0	1
Színes TV		1,54	0,79	0	1	1	2	4
Számítógépek		0,92	1,04	0	0	1	1	4
Okostelefon		0,57	0,99	0	0	0	1	4
Alapterület		80,87	30,23	30	58	80	100	180
Szobák száma		2,81	1,04	1	2	3	3	6
Családi-, sor-, ikerház	70,37%		0,46	0	0	1	1	1
Épület állaga (felújított, kiváló)	10,00%		0,30	0	0	0	0	1
Építési év (1960 előtt)	28,25%		0,45	0	0	0	1	1
Építési év (2000 után)	5,53%		0,23	0	0	0	0	1
Gázfogyasztás		114 533	119 673	0	30 000	84 000	170 000	420 000
Villanybojler	45,67%		0,50	0	0	0	1	1
Villanyfűtés	1,98%		0,14	0	0	0	0	1
Rossz nyílászárók	20,20%		0,40	0	0	0	0	1
Régió (Közép-Magyarország)	19,28%		0,39					
Létszám		2,17	1,28	1	1	2	3	6
Létszám négyzete		6,36	8,91	1	1	4	9	36
Gyerekes család	16,02%		0,37	0	0	0	0	1
Lakáshasználat jogcíme (tulajdonos)	87,94%		0,33	0	1	1	1	1
Gazdasági aktivitás (aktív)	51,21%		0,50	0	0	1	1	1
Gazdasági aktivitás (nyugdíjas)	44,30%		0,50	0	0	0	1	1
Megtakarítás	65,45%		0,48	0	0	1	1	1
Medián feletti jövedelem	55,20%		0,50	0	0	1	1	1
Település típusa (főváros és megyei jogú város)	34,40%		0,48	0	0	0	1	1

5.1. táblázat: A modellekben szignifikánsnak bizonyult változók leíró statisztikája.

Forrás: Saját számítás

5.2.1. Közvetlen tényezők (elektromos eszközök állománya)

A háztartásban megtalálható tartós fogyasztási cikkek állománya (közvetlen tényezők) a szakirodalom eredményei alapján képes a fogyasztást jól leírni. Ugyan a több eszköz nem feltétlen jelenti azt, hogy magasabb a fogyasztás, mert lehet több energiatakarékosságot növelő jellemző van, újabbak és energiahatékonyabbak az eszközök (O'Doherty et. at., (2008)). Mégis összességében úgy gondolom jelentősen növelni fogja a végső fogyasztást, ha a háztartás több eszközzel rendelkezik. A mellékletben található korrelációs táblázat alapján a legtöbb elektromos berendezés pozitívan és 1%-on is szignifikánsan korrelál a villamosenergia-fogyasztással.

Mivel Carlson et. al. (2013) kutatási eredménye azt mutatta, hogy a fehér javak járulnak hozzá inkább a fogyasztáshoz, így ezen bontás szerint osztottam két csoportba (fehér és barna javak) a berendezéseket. A két csoporton kívül külön kezeltem a légkondicionáló berendezést. Carlson (2013) tanulmánya rávilágított, hogy az átlagos, a csak gázt, vagy csak villamos áramot használó háztartásokban is a légkondicionáló a 4 legnagyobb villamosáram fogyasztást eredményező eszközök között van. E három változó a villamosáram fogyasztás 13,5%-át magyarázta meg, a regressziós eredmények az alábbi táblázatban találhatóak. Az adatbázis alapján a háztartásoknak csak 5,42%-a rendelkezik légkondicionálóval, a kis arány eredményezhette a nem várt hatást. A fehér javak koefficiense körülbelül duplája a barna javakénak, ami azt jelenti, hogy egy addicionális fehér berendezés kétszer annyira növeli meg a fogyasztást, mint egy barna eszköz.

Megfigyelések száma	6567
F(3,6563)	341,44
p-érték	0,000
Rnégyzet	13,50%
Korrigált Rnégyzet	13,46%
RMSE	41043

	Koefficiens	Standard hiba	t érték	p-érték	Alsó 95%	Felső 95%
konstans	46295,99	1702,984	27,19	0,000	42957,59	49634,4
Fehér javak száma	7923,442	465,4677	17,02	0,000	7010,974	8835,911
Barna javak száma	3371,596	194,2075	17,36	0,000	2990,887	3752,306
Légkondicionáló	-8256,66	2299,50	-3,59	0,000	-12764,43	-3748,892

5.2. táblázat: 1. modell.

Forrás: Saját számítás

Kíváncsi voltam azonban az elektromos berendezések önálló magyarázó erejére is, így az összes elektromos berendezést beletettem a kiinduló modellbe, majd backward módszerrel szűkítettem azt. Az 5%-on nem szignifikáns változóknak a Wald-teszt alapján nem volt együttes magyarázó ereje, így elhagytam őket, mely által a korrigált R^2 nőtt, az információs

kritériumok pedig csökkentek. A zavaró multikollinearitást úgy kezeltem, hogy a hűtő- és fagyasztó berendezéseket, valamint a számítógépeket egy változóba csoportosítottam. Ezen lépések után a háztartásban található elektromos eszközök állománya a villamosáram fogyasztás 15,55%-át magyarázta meg. A koefficiensek alapján látható, hogy a hűtőgépek, fagyasztók és szárítógépek számának növekedése emeli meg leginkább a villamosenergia-fogyasztást. Míg a hűtő és fagyasztó berendezések a háztartások nagyrésztében megtalálhatóak, addig szárítógép csak a háztartások 2%-ban fordul elő.

Megfigyelések száma	6567
F(7,6559)	172,53
p-érték	0,000
Rnégyzet	15,55%
Korrigált Rnégyzet	15,46%
RMSE	40566

	Koefficiens	Standard hiba	t érték	p-érték	Alsó 95%	Felső 95%
konstans	49509,80	1451,11	34,12	0,000	46665,15	52354,46
Hűtő- és fagyasztógépek	12268,92	795,45	15,42	0,000	10709,57	13828,26
Kombinált tűzhely	4655,49	1361,25	3,42	0,001	1987,01	7323,98
Mosogatógép	6320,05	1525,09	4,14	0,000	3330,38	9309,73
Szárítógép	13595,54	3138,90	4,33	0,000	7442,29	19748,80
Színes TV	7167,23	724,61	9,89	0,000	5746,76	8587,70
Számítógépek	7297,08	721,82	10,11	0,000	5882,07	8712,09
Okostelefon	3006,09	593,77	5,06	0,000	1842,11	4170,06

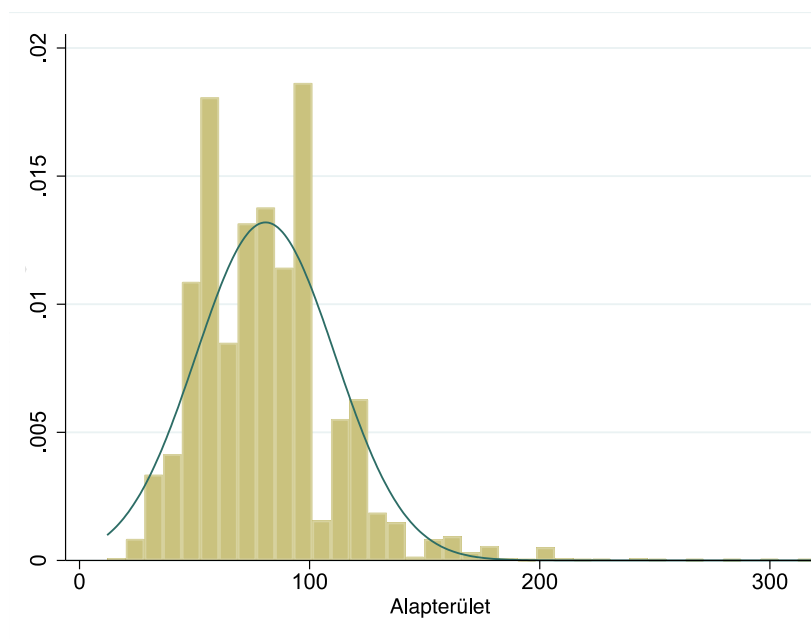
5.3. táblázat: 2. modell.

Forrás: Saját számítás

5.2.2. Lakóingatlan jellemzői

A szakirodalom rávilágított arra, hogy nem csak a közvetlen tényezők, hanem a lakóingatlan jellemzői is jelentősen befolyásolhatják a villamosenergia-fogyasztást. Ezen változók mindegyike szignifikáns korrelációt mutatott a fogyasztással.

Ahogy az a szakirodalmi áttekintésben is kiemelttem, az alapterület és a szobák száma fontos tényezője lehet a villamosenergia-fogyasztásnak. Az alapterület eloszlását az alábbi ábra szemlélteti, melyen kirajzolódik, hogy az 50-60 m²-es és 90-100 m²-es lakások a leggyakoribbak. Ha több helyiséggel rendelkezik a lakás vagy nagyobb az alapterülete, a háztartás tagjai külön tölthetnek időt, több szobában is használva a villamos áramot világításra, illetve villanyfűtés esetén ez a fűtési fogyasztást is jelentősen megemelhetheti. A lakóingatlan jellemzői közül ez a két változó mutatta a legmagasabb korrelációt a fogyasztással.



5.2. ábra: Alapterület eloszlása.

Forrás: KSH HKÉF, (2018)

Hasonló tanulmányokban az épület típusa is jelentős tényezőnek bizonyult. A mintában a háztartások nagyobb hányada (70%-a) családi, sor vagy ikerházban található, míg a többi pedig többlakásos társasházban vagy panelházban. Ez a változó is erős, 1%-on szignifikáns korrelációt mutatott a fogyasztással.

Az adatbázis tartalmazott információt a lakás állapotára vonatkozóan, amely 4 kategóriát különböztetett meg: kiváló (frissen épített, felújított), jó, kielégítő és leromlott állapotú. Amennyiben nincs felújítva a lakóépület, feltételezem, hogy az energiahatékonysága és szigetelése nem megfelelő. Ennek ténye megemelheti a villamosáram fogyasztást például abban az esetben, ha a lakóhelységet villannyal fűtik. A jó és kielégítő állapotú lakásoknak az aránya bizonyult a legnagyobbaknak, ezt tekintettem referenciának. A két szélsőséges kategóriából képeztem egy-egy dummy változót.

Épület építési évét számos hasonló tanulmányban használták a villamosáram fogyasztás magyarázó változójaként (Jones et.al., (2015)). Ugyan erősebb korrelációt mutatott a leromlott állapot az 1960 előtt épült lakásokkal, illetve a kiváló állapot a 2000 után építettekkel, kíváncsi voltam, melyik változó szignifikánsabb a fogyasztás szempontjából. A legtöbb lakóépület (65,5%) 1960 és 2000 között épült, ezt tekintettem referenciának, az ez előtt és után épült lakásoknak pedig egy-egy dummy változót hoztam létre.

Ahogy korábban bemutattam, az energiafogyasztás legnagyobb részét a helyiség fűtése teszi ki. Így fontosnak tartottam, hogy milyen az épület falazata (tégla és kő vagy panel és öntött

beton), mekkora a gázfogyasztás, továbbá a lakás fűtésének módját, a villanyfűtés alkalmazását, a rossz nyílászárók meglétét (mely a lakások 20%-át érinti) és az alternatív energiaforrás használatát. Az energiafogyasztás jelentős részét képezi még a melegvíz előállítása, így a villanybojlert meglétét is fontosnak találtam. Ezen változók közül az épület falazata, a gázfogyasztás, a villanybojler és a lakás fűtésének módja relatív magas, 5%-on szignifikáns korrelációt mutatott az eredményváltozóval.

A szakirodalom és saját véleményem alapján érdekelt még a tény, hogy a lakás elég világos-e, illetve a régió, ahol a lakás található. A világításra elhasznált villamosenergiát jelentősen megnövelheti, ha a lakás földszinti és nem világos, ezt Bedir et. al. (2013) tanulmánya is hangsúlyozta. Erre használtam azt a változót, ami a referenciaszemély megítélése alapján állítja, hogy nem elég világos a lakás. Ez a lakások közel 8,5%-nál fordult elő. A régiók közül a Közép-Magyarországi régiót tartottam fontosnak kiemelni Durkó et. al. (2016) eredményei alapján, erre létrehoztam egy kategorikus változót.

A bemutatott változókkal elkészítettem a harmadik modellt. Ennek a kiinduló verziójában nem bizonyult szignifikánsnak a leromlott állapot, az épület falazatára létrehozott kategorikus változók, a távfűtés megléte, az alternatív energiaforrás használata és a tény, hogy a lakás nem elég világos. A Wald-teszt alapján ezen változók 5%-os szignifikancia szinten nem rendelkeznek együttes magyarázó erővel, a változókat elhagytam. Ezek hatásának egy részét feltehetően a többi változó (például épület állapota, kora stb.) tükrözi. A szűkítés során a korrigált R^2 nagyon kis mértékben csökkent, azonban a zavaró multikollinearitást javítani tudtam és kis mértékben a Schwarz információs kritérium is csökkent. A 3. modell eredményei alább láthatóak, mely alapján a lakás jellemzői a fogyasztás majdnem 20%-át tudták megmagyarázni. Az alapterület, a szobák száma, a nagyobb lakóingatlan típusok pozitív hatása a modell eredményeiben is szembetűnőek. A felújított és újabb építésű lakások esetében nagyobb fogyasztást becsül a modell, ami magyarázható a nagyfogyasztású elektromos berendezések magasabb számával. Az összevont modellben a berendezések számára is fogok kontrollálni, így valóságosabb képet kaphatunk az épület állapota és az energiafogyasztás között. A részmodellben továbbá a villanybojler és villanyfűtés megléte emeli meg jelentősen a fogyasztást, ezen berendezések fogyasztása igen magas.

Megfigyelések száma	6567
F(11,6555)	148,01
p-érték	0,000
Rnégyzet	19,90%
Korrigált Rnégyzet	19,76%
RMSE	39521

	Koefficiens	Standard hiba	t érték	p-érték	Alsó 95%	Felső 95%
konstans	39798,10	1691,71	23,53	0,000	36481,80	43114,41
Alapterület	237,76	25,50	9,32	0,000	187,77	287,75
Szobák száma	4023,72	655,87	6,13	0,000	2738,00	5309,44
Családi-, sor-, ikerház	4586,59	1426,49	3,22	0,001	1790,21	7382,96
Épület állaga (felújított, kiváló)	4373,11	1717,06	2,55	0,011	1007,11	7739,11
Építési év (1960 előtt)	-2577,07	1171,25	-2,20	0,028	-4873,101	-281,0446
Építési év (2000 után)	7267,34	2209,58	3,29	0,001	2935,84	11598,84
Gázfogyasztás	0,06	0,00	13,60	0,000	0,05	0,07
Villanybojler	16607,52	1084,91	15,31	0,000	14480,74	18734,31
Villanyfűtés	29842,72	3532,04	8,45	0,000	22918,77	36766,68
Rossz nyílászárók	-2981,528	1272,94	-2,34	0,019	-5476,91	-486,15
Régió (Közép-Magyarország)	6489,82	1286,86	5,04	0,000	3967,17	9012,48

5.4. táblázat: 3. modell.

Forrás: Saját számítás

5.2.3. Lakók szociális és gazdasági jellemzői

A befolyásoló tényezők harmadik csoportjába a lakók szociális és gazdasági jellemzőit soroltam. Ez alapján megkülönböztettem a gyerekes családokat és megvizsgáltam a következő változók hatását: háztartás létszámát, az ingatlanban tartózkodás hosszát, a lakáshasználat jogcímét, iskolai végzettséget, gazdasági aktivitást, jövedelmet, valamint, hogy a háztartás rendelkezik-e hitellel és megtakarítással.

A háztartás létszámát lényegesnek találtam a villamosenergia-fogyasztás szempontjából, ugyanakkor szerintem a létszám hatása nem lineáris a villamosenergia-fogyasztásra. Ennek okán a modellezésben használtam a létszámot és a létszám négyzetét is. A mintában a háztartások 35,57%-a egyszemélyes háztartás, míg a háztartások 35,69%-ban ketten élnek. 5 vagy annál több fő csak a lakások 5,54%-ban él.

A szakirodalomban elvégzett kutatások során megfigyelték, hogy a gyerekes háztartások fogyasztása magasabb, így fontosnak tartottam egy kategorikus változó szerepeltetését a modellben, ami jelöli a gyerekes családokat. A minta alapján a háztartások 16%-ban lakik 14 éven aluli gyermek. Ezen felül a háztartások gazdasági aktivitása is több szempontból lényeges lehet, és kíváncsi voltam milyen irányba befolyásolja inkább a fogyasztást. Egyrésről az aktív háztartások esetében az otthon töltött idő kevesebb, hiszen napközben a munkahelyen tartózkodnak, míg a nyugdíjas háztartások a nap nagyrészt otthon töltik, ezzel megemelve a

fogyasztást. Másrésről a nyugdíjas háztartások esetében feltételezhetően kevesebb szórakoztató elektronikai berendezés található, és az általánosságban alacsonyabb jövedelem miatt tudatosabbak a fogyasztást illetően.

Az aktuális ingatlanban eltöltött évek száma, a hosszabb tartózkodás az adott ingatlanban eredményezhet magasabb fogyasztást. Ennek oka, hogy a berendezések nem kerülnek kicserélésre és így több, kevésbé energiatakarékos eszköz található a lakóépületben (Bedir et. al., (2013)). Ezen kívül a tulajdonosok által lakott ingatlanokban magasabb fogyasztást figyeltek meg, így az erre létrehozott kategorikus változót is használtam a modellemben.

Fontosnak tartottam az anyagi helyzet, eladósodottság és megtakarítás megfelelő szerepeltetését is a modellben. Ezen változók kisebb korrelációt mutattak ugyan a fogyasztással, mégis 1%-on is szignifikánsnak bizonyultak. A magyarázó változók között szerepel egy kategorikus változó, amely megmutatja, hogy van-e lakáshitel-törlesztésük arra a lakásra, amelyben laknak. Ahogy azt már korábban ismertettem, az alsó jövedelmi decilisbe tartozó háztartások esetében gyakoribb a villamosenergia használata a melegvíz előállításához. Így a háztartás jövedelmi helyzetét fontosnak tartottam a villamosáram fogyasztás szempontjából. Továbbá az energiahatékonyság szempontjából fontosnak sejtettem, hogy mekkora megtakarításokkal rendelkezik a háztartás. Ez mutatja, mennyire teszi lehetővé a háztartás jövedelme és megtakarítási hajlandósága a felújítási költségek kiadását. Az anyagi helyzet mellett a referenciaszemély iskolai végzettségét is gyakran vizsgálják, egyfajta környezeti tudatosságot sejtve a változó mögött. Természetesen ellentétes hatás is lehetséges, hiszen a magasabb iskolai végzettség magasabb jövedelmet jelenthet és az alacsonyabb jövedelemmel rendelkezők a szűkösebb bevétel miatt takarékosagra kényszerülnek (bár ez a hatás természetesen nem jelentkezik, ha kontrollálunk a jövedelemre). Az iskolai végzettség szerepeltetésére két kategorikus változót hoztam létre, attól függően, hogy a referenciaszemély érettségivel vagy felsőfokú végzettséggel rendelkezik. A referenciacsoportnak azokat a háztartásokat tekintettem, ahol a referenciaszemélynek nincs érettségije.

Durkó és társai (2016) munkájának folytán fontosnak tartottam a villamosáram fogyasztás szempontjából a háztartás település típusát is felvenni a magyarázó változók közé. A tanulmányuk eredménye ugyan azt mutatta, hogy nincs kapcsolat a település lélekszáma és az egy főre jutó villamosenergia-fogyasztás között, mindenesetre ezt a kérdést érdemesnek tartom jelen tanulmány adatbázisával is vizsgálni. A Magyarországon létező településtípusokat két csoportba osztottam. Az első csoportba került a főváros és a megyei jogú városok, míg a referencia kategóriába a többi város és község.

Ezen változókkal készítettem az alábbi modellt, amelyben a lakók szociális és gazdasági jellemzői közül a tartózkodási évek, az iskolai végzettség, valamint a lakáshitel nem bizonyultak szignifikánsnak és együttes magyarázó erővel sem rendelkeztek. A szűkített modell (4. modell) a háztartás villamosenergia-fogyasztásának 24,65%-át magyarázza meg. A létszám az általam feltételezett, nem lineáris hatást mutatva a fogyasztásra. Az elején lényegesen megemeli egy újabb fő a háztartásban a fogyasztást, azonban ez a hatás csökken az újabb lakók bevonásával. A gyerekes családok esetén kisebb fogyasztás várható a modell alapján, mely ellentétes irányú a gyerekes családok és a fogyasztás közötti korrelációs együtthatójával és ellentétes a Brounen et. al. (2012) tanulmány eredményeivel. Egy lehetséges magyarázat, hogy Magyarországon egy újabb felnőtt a háztartásban jobban növeli a fogyasztást, mint egy újabb gyerek (ami a gyerekváltozó esetében lefelé korrigálná a létszám változó által jelzett átlagos hatást). Különösen a fiatal gyermekek sokat alszanak, ami közben nincs szükségük lámpafényre, kevesebbet esznek (kevesebb addicionális hűtőhelyre van szükségük), nem javasolt esetükben a légkondicionáló használata stb. A háztartás gazdasági aktivitásának esetében látható, hogy érvényesül a kétirányú hatás. Az inaktív háztartásokhoz képest szinte ugyanannyival emelkedik meg a nyugdíjas, illetve aktív háztartások fogyasztása is. A jobb anyagi helyzet szintén emeli a fogyasztást, ami a magasabb komfort preferenciáknak lehet az eredménye. A főváros és megyei jogú városok negatív hatása a városokban inkább jellemző lakások alacsonyabb energiaigényével lehet kapcsolatban. Azt, hogy melyik változó hatását mutatja ez a modell, az összevont modell esetében lesz egyértelmű.

Megfigyelések száma	6567
F(9,6557)	238,34
p-érték	0,000
Rnégyzet	24,65%
Korrigált Rnégyzet	24,55%
RMSE	38324

	Koefficiens	Standard hiba	t érték	p-érték	Alsó 95%	Felső 95%
konstans	20182,65	2866,11	7,04	0,000	14564,15	25801,16
Létszám	29220,67	1162,89	25,13	0,000	26941,02	31500,31
Létszám négyzete	-1991,13	148,86	-13,38	0,000	-2282,95	-1699,32
Gyerekes család	-8959,90	1744,29	-5,14	0,000	-12379,28	-5540,53
Lakáshasználat jogcíme (tulajdonos)	8488,22	1493,81	5,68	0,000	5559,86	11416,57
Gazdasági aktivitás (aktív)	6243,74	2438,08	2,56	0,010	1464,32	11023,16
Gazdasági aktivitás (nyugdíjas)	5041,12	2411,86	2,09	0,037	313,09	9769,16
Megtakarítás	4289,23	1216,51	3,53	0,000	1904,47	6673,99
Medián feletti jövedelem	15261,14	1213,84	12,57	0,000	12881,61	17640,66
Település típusa (főváros és megyei jogú város)	-12679,82	1031,79	-12,29	0,000	-14702,46	-10657,18

5.5. táblázat: 4. modell.

Forrás: Saját számítás

6. AZ ÁTFOGÓ MODELL EREDMÉNYEI

A korábban bemutatott modellek a villamosenergia-fogyasztást befolyásoló tényezők egyes csoportjait vették figyelembe, melyek közül a lakók gazdasági és szociális jellemzői bizonyultak a legjelentősebbnek. A tényezők csoportjainak vizsgálata után a szignifikánsnak talált összes változó szerepeltetésével elkészítettem a teljes modellt. A továbbiakban ezt a modellt (5. modell) fogom ismertetni és az eredményeimet összehasonlítom a szakirodalommal.

A modell egészének relevanciáját a globális F próba méri, melynek nullhipotézise az, hogy a modell nem tartalmaz releváns magyarázó változókat (azaz a paraméterek bétája együttesen 0). A teszt p-értéke továbbra is 0, azaz a modell rendelkezik magyarázó erővel. A modell jóságát mérő determinációs együttható értéke (R^2) 35,47% a nem szignifikáns változók kiszűrését követően. Azaz a modell 35,47%-ban csökkenti a bizonytalanságot a villamosenergia-fogyasztás becslésére vonatkozóan. A modell korrigált R^2 -e alacsonyabb, mint Bedir et. al. (2013) tanulmányában (a modell magyarázó ereje 58% volt), azonban modelljünkben az eszközök használati ideje is szerepelt. Brounen et. al. (2012) tanulmányában a lakók gazdasági és szociális jellemzői az egy főre jutó fogyasztás logaritmusának kicsit több, mint 18%-át tudták megmagyarázni, míg a lakás jellemzői kevesebb, mint 5%-ot. Nielsen (1993) modellje a villamosenergia-fogyasztás logaritmusának 64%-át magyarázta meg.

Megfigyelések száma	6567
F(18,6548)	199,97
p-érték	0,000
Rnégyzet	35,47%
RMSE	35490

	Koefficiens	Standard hiba	t érték	p-érték	Alsó 95%	Felső 95%
konstans	-2353,17	2157,01	-1,09	0,275	-6581,61	1875,28
Hűtő-fagyasztó	4462,27	756,10	5,90	0,000	2980,07	5944,47
Mosogatógép	4082,01	1348,27	3,03	0,002	1438,97	6725,05
Szárítógép	8137,61	2757,89	2,95	0,003	2731,24	13543,97
Színes TV	2243,22	653,12	3,43	0,001	962,88	3523,55
Számítógép	2052,35	580,91	3,53	0,000	913,57	3191,13
Okostelefon	-1294,92	555,64	-2,33	0,020	-2384,16	-205,68
Alapterület	138,70	18,87	7,35	0,000	101,71	175,68
Családi-, sor-, ikerház	3902,16	1307,86	2,98	0,003	1338,33	6465,99
Gázfogyasztás	0,05	0,00	11,90	0,000	0,04	0,06
Villanybojler	18153,01	980,06	18,52	0,000	16231,76	20074,26
Villanyfűtés	29142,54	3174,21	9,18	0,000	22920,06	35365,02
Közép_magyarország	4686,05	1158,96	4,04	0,000	2414,11	6957,98
Létszám	22344,96	1162,25	19,23	0,000	20066,57	24623,34
Létszám négyzet	-1500,40	141,53	-10,60	0,000	-1777,85	-1222,96
Gyerekes család	-5143,41	1635,16	-3,15	0,002	-8348,85	-1937,97
Tulajdonos	3468,50	1398,31	2,48	0,013	727,36	6209,64
Gazdasági aktivitás (aktív)	3558,68	1096,37	3,25	0,001	1409,44	5707,93
Medián feletti jövedelem	12918,63	995,85	12,97	0,000	10966,44	14870,81

6.1. táblázat: 5. modell.

Forrás: Saját számítás

A modell elkészítésekor a lineáris regresszió modellfeltevéseinek teljesülésére is figyeltem. A standard lineáris regresszió alapfeltételei nem teljesülnek, ha a magyarázó változók egymástól lineárisan függenek, azaz multikollinearitás van jelen (Ferenci, (2018)). Általánosságban elmondható, hogy ha a VIF mutató értéke 5 feletti akkor erős, zavaró a multikollinearitás (Kovács, (2008)). Ilyenkor a koefficiensek torzítottak és a t és F próbák félrevezetőek lehetnek. A multikollinearitást a lineárisan egymástól függő változók elhagyásával kezeltem, a bemutatott modellekben nincs jelen zavaró multikollinearitás. A heteroszkedaszticitás vizsgálatára Breusch-Pagan tesztet használtam és vizuálisan is megnéztem, hogy a hibatagok szórása állandó-e. A heteroszkedaszticitás kezelésére a robusztus standard hibákkal futtatott OLS becslést használtam (Ferenci, (2018)).

A modell alapján elmondható, hogy a korábban bemutatott tényezők mindhárom csoportja hatással van a villamosenergia-fogyasztás mértékére, melyet a végső modell eredménye is alátámaszt. Egy-egy újabb hűtő- és fagyasztógép vagy mosogatógép körülbelül 4000-4500 Ft-tal emeli meg az éves fogyasztást. Míg egy szárítógép csaknem kétszer ekkora költséggel jár, addig egy színes TV vagy számítógép fele ennyibe kerül. Ezek az együtthatók jól mutatják a szakirodalom által is hangsúlyozott tényt, hogy a fehér javak fogyasztása jelentősebb, mint a barna javaké (Carlson et. al. (2013)). A modell eredményei alapján egy okostelefon csökkenti a fogyasztást, mely magyarázható helyettesítési hatással. Azokban a

háztartásokban, ahol több okostelefon van, a lakók inkább azt használhatják TV nézés helyett. Ha ez így van, az okostelefon használata előnyösebb az energiafelhasználás tekintetében.

Magasabb a fogyasztás továbbá a nagyobb alapterülettel rendelkező házak, a családi-, sor- és ikerházak esetében, ami megegyezik Brounen et. al. (2012) eredményeivel. A gázfogyasztás szintén pozitív hatással van a fogyasztásra, aminek oka azonban a szakirodalom alapján is ismeretlen, további kutatást igényel (Bedir et. al., (2013)). A villanybojler és villanyfűtés jelentősen megemeli a fogyasztást, azonban valószínűsíthetően kiváltja az egyéb energiaforrások használatát, hiszen a fűtés és melegvíz előállítás alapvető szükséglet. Ha ezen eszközök által használt villamosenergia előállítása alternatív erőforrások segítségével történik, a környezetet terhelő kibocsátások jelentősen csökkenthetők.

A közép-magyarországi lokáció, valamint a medián feletti jövedelem magasabb jólétet mutathat, ami szintén emeli a fogyasztást. Ezen felül a létszám és a gyerekes családok változók hasonló eredményt mutattak, mint a 4. modell-ben. A gyerekes családok negatív hatása a fogyasztásra ellentétes a szakirodalom eredményeivel. Az eltérés oka lehet a különböző korhatár. Az általam használt adatbázisban csak a 14 éves kor alatti gyerekes családokat különböztettem meg, míg a szakirodalom szerint a serdülőket nevelő családok fogyasztása jelentősen magasabb (Brounen et.al., (2012)).

A lakáshasználat jogcímét is szignifikánsnak találtam, a tulajdonosok által lakott ingatlanokban a fogyasztás magasabb, mint az bérlők vagy haszonélvezők által lakottakban. Ez megegyezik a hasonló tanulmányok eredményeinek egy részével. Emellett az aktív háztartások is magasabb fogyasztási igényt mutatnak, mint a nyugdíjas és inaktív háztartások.

6.1. EREDMÉNYEK SZEMLÉLTETÉSE EGY MEDIÁN FOGYASZTÓ ESETÉBEN

Ebben a részben egy fiktív háztartás villamosenergia-fogyasztását fogom a modellem változóinak segítségével megbecsülni, hogy átláthatóbbá tegyem a regressziós eredményeimet. A számításokhoz feltételeztem, hogy a medián család mediánnak megfelelő jövedelemmel rendelkezik (vagyis a medián feletti dummy értéke 0). A kiugróan magas, számomra nem releváns villamosenergia-fogyasztások elhagyása után a minta alapján a medián fogyasztó éves kiadása 85200 Ft. Ezt az értéket jól közelíti a modellem által becsült fogyasztás is, mely éves szinten 71079 Ft. Ezen érték kiszámítását a 6.2. táblázat szemlélteti. A táblázat rámutat arra, hogy a medián fogyasztó esetében a fogyasztás több, mint 6%-át teszi ki a hűtő- illetve fagyasztóberendezés, míg egy TV vagy egy számítógép körülbelül a fogyasztás 3%-ért felelős.

Ezek az információk fontosak lehetnek szakpolitikai döntéshozás esetén, mivel ezen eszközök energiahatékonyságának javítása csökkentheti a háztartások energiaigényét. Például a hűtőszekrények esetében az „E” euró címkével rendelkező eszközök legalább kétszer akkora fogyasztást mutatnak, mint az „A” besorolásúak (Energia Klub, (2004)). A különböző euró címkével rendelkező hűtőszekrények többletfogyasztását a 6.3. táblázat mutatja.

Fontos kiemelni, hogy összességében a létszám a fogyasztás több, mint 54%-hoz járul hozzá a medián (két fős) háztartásban. A fogyasztás nagy részét adja még az alapterület, de hozzájárul a villamosenergia-fogyasztáshoz a gázfogyasztás, a ház típusa (családi-, sor- és ikerház) és a tulajdonosi lakáshasználat is.

Változó	Medián	Koefficiens	Medián x koefficiens	%
Hűtő-fagyasztó	1	4 462,27	4 462,3	6,28%
Mosogatógép	0	4 082,01	0,0	0,00%
Szárítógép	0	8 137,61	0,0	0,00%
Színes TV	1	2 235,80	2 235,8	3,15%
Számítógép	1	2 052,35	2 052,4	2,89%
Okostelefon	0	-1 294,92	0,0	0,00%
Alapterület	80	138,70	11 095,6	15,61%
Családi-, sor-, ikerház	1	3 902,16	3 902,2	5,49%
Gázfogyasztás	84 000	0,05	3 968,6	5,58%
Villanybojler	0	18 153,01	0,0	0,00%
Villanyfűtés	0	29 142,54	0,0	0,00%
Közép_magyarország	0	4 686,05	0,0	0,00%
Létszám	2	22 344,96	44 689,9	62,87%
Létszám négyzet	4	-1 500,40	-6 001,6	-8,44%
Gyerekes család	0	-5 143,41	0,0	0,00%
Tulajdonos	1	3 468,50	3 468,5	4,88%
Gazdasági aktivitás (aktív)	1	3 558,68	3 558,7	0,00%
Medián feletti jövedelem	0	12 918,63	0,0	0,00%
konstans		-2 353,17	-2 353,2	-3,31%
Összesen			71 079,1	

6.2. táblázat: Medián fogyasztó.

Forrás: Saját számítás

Energiaosztály	A többletfogyasztás az "A" osztályhoz képest (%)
"A"	0
"B"	25-40
"C"	60-65
"D"	80-90
"E"	100-110
"F"	120-130
"G"	150-160

6.3. táblázat: A hűtőszekrények energiaosztályainak fogyasztása.

Forrás: Energia Klub, (2004)

7. KONKLÚZIÓ

Az üvegházhatású gázok kibocsátása (aminek legnagyobb részét a CO₂ kibocsátása képezi) rendkívül nagy terhet jelent környezetünkre, aminek nagy hányadáért energiatermelésünk és felhasználásunk a felelős. Ehhez a háztartások villamosenergia-fogyasztása is hozzájárul, melynek csökkentése potenciálisan csökkenthetné a CO₂ kibocsátást. A környezetünk megóvásának érdekében szükséges a fogyasztást meghatározó tényezők feltárása és ezen tényezők változtatását célzó, hatásos szakpolitikai intézkedések megalkotása.

Ezen intézkedéseket elősegítendő készítettem modelleket a villamosenergia-fogyasztást a szakirodalom alapján befolyásoló tényezők felhasználásával. A kutatás azért fontos, mert a magyarországi háztartások energiafogyasztása jelentősen eltérhet a más európai országokban megfigyeltektől, és a villamosenergia-fogyasztást befolyásoló tényezők széleskörű vizsgálatára még nem készítettek kutatást hazánkban. A számításaimhoz a KSH Háztartási költségvetési és életkörülmény című 2018-as mikroszintű adatbázisát használtam fel, ami a szélesebb közönség számára nem hozzáférhető.

A többváltozós regressziós modellek eredményei alátámasztották a hipotézisemet, miszerint a háztartások villamosenergia-fogyasztását a lakóingatlan jellemzői, a lakók szociális és gazdasági helyzete, valamint a háztartásban megtalálható elektromos berendezések száma együttesen befolyásolja. Az eredmények továbbá rávilágítottak arra, hogy a fehér javak szignifikánsan nagyobb hatással vannak a fogyasztásra, azonban a barna javak száma is meghatározó. Az euró címke barna javakra való kiterjesztése segíthetné a fogyasztók tudatos vásárlási döntését ezen termékek esetében is.

A villanybojler és villanyfűtés használata is jelentősen hozzájárul a villamosenergia-fogyasztáshoz, azonban ezek kiváltják más energiaforrások használatát (gáz, fatüzelés). Amennyiben a villamosenergia alternatív úton kerül előállításra, úgy a fűtés és melegvíz-előállítás nem terheli a környezetet. Így ezen berendezések támogatása előnyös lenne társadalmi szinten, hiszen akkor a zöld energiatranszformáció növekedését követően a háztartások már a megfelelő berendezésekkel rendelkeznének a fenntartható gazdaságra való áttéréshez. Ezen eszközök lecserélését támogatásokkal, illetve zöld hitelekkel lehetne támogatni. Laes et.al. (2018) háztartások energiafogyasztását vizsgáló szakirodalmakat összefoglaló elemzése alapján a támogatások és pénzbeli ösztönzők képesek az energiahatékonyság javítására.

Hasonló külföldi tanulmányok vizsgálták olyan változók hatását is a villamosenergia-fogyasztásra, amelyekkel én nem rendelkeztem. Bedir et. al. (2013) tanulmánya alapján

fontosnak ítélem meg a komfort preferenciák, illetve zuhanyzási és fürdési szokások szerepeltetését a modellemben. Csutora et. al. (2021) kvantitatív regressziós elemzése alapján az energiaköltségek alakításában a technikai jellemzők szerepe meghatározóbb, mint a fogyasztói preferenciáké. Ugyanakkor az egycsaládos épületeket tartalmazó mintán végzett kvalitatív és kvantitatív vizsgálatok alapján a fogyasztói szokások már szignifikánsnak bizonyultak. A mosogató- és szárítógépek magas fogyasztása miatt a használat gyakorisága is segítené a modellem javítását. Az elektromos berendezések energiabesorolása is hasznos lenne, kiemelten a hűtő- és fagyasztógépek esetében, ahol ugyanis megmutattam, milyen fogyasztási különbség van egyes euró címkéjű gépek között. Ezen információk segítségével még hatásosabb energiapolitikai javaslatokat lehetne tenni.

Az energiapolitikai intézkedések hatásosságát a kutatók eltérően látják. Míg Laes et.al. (2018) meggyőződése, hogy az energia használat és CO₂ kibocsátás adóztatása képes az energiatakarékosság ösztönzésére (és CO₂ kibocsátás csökkentésére), addig Kaza (2010) úgy vélekedik kutatásának eredményei alapján, hogy egy szint után a piaci mechanizmusok (energiaárak emelése) nem járul hozzá a fogyasztás csökkentéséhez, így más szabályozói mechanizmusokra van szükség (épületek és eszközök energiahatékonyságának növelése). Más szerzők azonban borúsabban látják az energiapolitika hatékonyságát. Brounen et.al. (2012) szerint a jövőben az öregedő társadalom növekvő vagyona miatt a politikai eszközökkel elért és természetes hatékonyság növekedés nem lesz elegendő az energiafogyasztás csökkentéséhez. Belaid et.al. (2020) szintén hangsúlyozza, hogy az energiahatékonyság nagymértékű javulását a növekvő energiakereslet vissza fogja szorítani, melynek oka a hatékonyság javulásával elért költségcsökkenés fogyasztást ösztönző hatása. Ennek ellenére a saját álláspontom az, hogy további hazánk háztartásaira fókuszáló kutatások hatásos energiapolitikai döntések előkészítését segítenék elő. Jelen tanulmány pedig remélhetőleg hasznos alapként szolgálhat ezen kutatásokhoz.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bedir, M. - Hasselaar, E. - Itard, L. (2013): *Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings*. Energy and Buildings, 58, 194-207.
- Belaïd, F. - Ben Youssef, A. - Omrani, N. (2020): *Investigating the factors shaping residential energy consumption patterns in France: evidence from quantile regression*. The European Journal of Comparative Economics, 17 (1), 127-151.
- Berners-Lee, M. (2019): *There Is No Planet B: A Handbook for the Make or Break Years*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Bressers, H. T. A. – Immerzeel, E. - Ligteringen, J. J. (2002): *The Disposal of White and Brown Goods*. Negotiating Environmental Agreements in Europe, 218-240.
https://ris.utwente.nl/ws/files/5592164/Disposal_white_and_brown_goods_for_BOOK.pdf, 2020. augusztus 25-én.
- Brounen, D. – Kok, N. – Quigley, J.M. (2012): *Residential energy use and conservation: Economics and demographics*. European Economic Review, 56, 931–945.
- Carlson, D. R. - Matthews, H. S. – Bergés, M. (2013): *One size does not fit all: averaged data on household electricity is inadequate for residential energy policy and decisions*. Energy Build, 64, 132–44.
- Csoknyai Tamás (2013): *Épülettípológia a hazai lakóépület-állomány energetikai modellezéséhez*. Háttér tanulmány a Nemzeti Épületenergetikai Stratégiához, 2015.
- Csutora Mária – Zsóka Ágnes – Harangozó Gábor (2021): *The Grounded Survey – An integrative mixed method for scrutinizing household energy behavior*. Ecological Economics, 182.
- Danube InGrid (2020): *Tervezett uniós közös érdekű projekt intelligens hálózatok témakörben*. <https://danubeingrid.eu/index.php?mod=main-hu#firstPage>, 2020. szeptember 3-án.
- Durkó Emília - Huzsvai László - Csipkés Margit (2016): *Városi és vidéki háztartások villamosenergia fogyasztásának modellezése Magyarországon*. E-CONOM. V./2., 28-41.
- Energia Klub (2004) *Hol szövik az energia? Mit tehetünk a háztartási energiafelhasználás csökkentésért?*
<https://energiaklub.hu/dl/kiadvanyok/holszokikazenergia.pdf>, 2020 október 7-én.
- European Commission (2020): *Energy efficiency targets*.
https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en, 2020. augusztus 29-én.
- European Union (2020): *Energy labels*. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/energy-labels/index_en.htm, 2020 szeptember 2-án.
- Eurostat (2020): *Energy consumption in households*.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_consumption_in_households, 2020. augusztus 10-én.

- Ferenci Tamás (2018): *Ökonometria I.*
http://www.medstat.hu/oktatas/okonometriaI/FerenciTamas_OkonometriaI.pdf, 2020 július 28-án.
- Haffner Tamás (2017): *A megújuló energiaforrások alkalmazása a villamosenergia- és hőtermelésre II.: geotermikus energia és biomassza.* Közép-Európai Közlemények, 10 (2), 44-59. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/vikekkek/article/view/12426>, 2020. augusztus 29-én.
- IEA, International Energy Agency (2020): *World Energy Balances: Overview.* Statistics Report, July 2020. <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>, 2020. szeptember 20-án.
- IPCC (2014): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- ITM, Innovációs és Technológiai Minisztérium (2020): *Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve.*
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_hu.pdf, 2020 szeptember 3-án.
- Jones, R. V. – Fuertes, A. – Lomas, K. J. (2015): *The socio-economic, dwelling and appliance related factors affecting electricity consumption in domestic buildings.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, 901–917.
- Kaza, N. (2010): *Understanding the spectrum of residential energy consumption: A quantile regression approach.* Energy Policy 38, 6574-6585.
- Kovács János (2008): *A multikollinearitás vizsgálata lineáris regressziós modellekben.* Statisztikai Szemle, 86. évfolyam 1. szám.
- KSH (2010): *A háztartások energiafelhasználása, 2008.* Központi Statisztikai Hivatal. <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/haztartenergia08.pdf>, 2020. augusztus 10-én.
- KSH (2018): *Háztartási költségvetési és életkörülmény adatfelvétel (HKÉF).* Kutatószobai hozzáférés.
- KSH (2020a) *Háztartások, családok életkörülményei: Háztartásban élők száma háztartás-összetétel szerint.* http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_haztartas, 2020. szeptember 2-án.
- KSH (2020b): *Végő energiafelhasználás szektoronként (1990–2016).*
https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tabl/tdpc320.html, 2020. augusztus 5-én.
- KSH (2020c): *Megújuló energiaforrásokból és hulladékból termelt villamos energia részesedése.* http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ui011b.html, 2020. augusztus 5-én.
- Laes, E. - Mayeres, I. - Renders, N. - Valkering, P. - Verbeke, S. (2018): *How do policies help to increase the uptake of carbon reduction measures in the EU residential sector? Evidence from recent studies.* Renew. Sustain. Energy Rev, 94, 234–250.

Leahy, E. – Lyons, S. (2010): *Energy use and appliance ownership in Ireland*. Energy Policy, 38 (8) 4265–79.

Matus János (2019): *Globális trendek és kockázatok a 21. Században – a második évtized*. Nemzet és Biztonság, 2019/1. szám, 20–41.

MNB (2019): *Lakossági zöld hitelezés Magyarországon*. <https://www.mnb.hu/letoltes/lakossagi-zold-hitelezes-magyarorszagon.pdf>, 2020 június 28-án.

NFM, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2015): *Nemzeti Épületenergetikai Stratégia*. <https://www.kormany.hu/download/d/85/40000/Nemzeti%20Épületenergetikai%20Stratégia%20150225.pdf>, 2020 augusztus 13-án.

Nielsen, L. (1993): *How to get the birds in the bush into your hand: Results from a Danish research project on electricity savings*. Energy Policy, 21 (11), 1133-1144.

O'Doherty, J. - Lyons, S. - Tol, R. S. J. (2008): *Energy-using appliances and energy-saving features: Determinants of ownership in Ireland*. Applied Energy, 85, 650-662.

Owen, P. (2006): *The Rise of the Machines: A Review of Energy Using Products in the Home from the 1970s to Today*. Energy Saving Trust, London.

Pollitt, M. G. – Shaorshadze, I. (2011): *The Role of Behavioural Economics in Energy and Climate Policy*. University of Cambridge, Electricity Policy Research Group.

The World Bank (2020): *World Development Indicators: Carbon dioxide emissions by sector*. <http://wdi.worldbank.org/table/3.10#>, 2020 június 6-án.

Tóth Gergely (2009): *A megújuló energiaforrások különös tekintettel a geotermikus energia helyzetére és támogatottságára Magyarországon*. Szakdolgozat, BCE Gazdálkodástudományi Kar, Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszék.

Tsemekidi Tzeiranaki, S. – Bertoldi, P. – Diluiso, F. – Castellazzi, L. – Economidou, M. – Labanca, N. - Ribeiro Serrenho, T. – Zangheri, P. (2019) *Analysis of the EU Residential Energy Consumption: Trends and Determinants*. ENERGIES, 12 (6), 1065.

Vringer, K. – Aalbers, K. – Blok, K. (2007): *Household energy requirement and value patterns*. Energy Policy, 35, 553-566.

MELLÉKLETEK

A változókat összefoglaló táblázat a modellek könnyebb megértését segített, mely mutatja a magyarázó változók korrelációját a villamosenergia-fogyasztással. Kapcsolatot csak 5%-os szignifikancia-szint felett jelöltem, a csillag pedig az 1%-on is szignifikáns korrelációkat jelöli.

1. MELLÉKLET: VÁLTOZÓK ISMERTETÉSE

	Változó neve	Változó típusa	Egység	Korreláció
Eredményváltozó	Villamosenergia fogyasztás	numerikus	Ft/év	
Közvetlen tényezők	Hűtőgép	numerikus	db	nincs kapcsolat
	Kombinált hűtőgép és fagyasztó	numerikus	db	0,0848*
	Fagyasztó	numerikus	db	0,2417*
	Hűtő- és fagyasztógépek	numerikus	db	0,2490*
	Villanytűzhely	numerikus	db	nincs kapcsolat
	Kombinált tűzhely	numerikus	db	0,1656*
	Mosogatógép	numerikus	db	0,1821*
	Mosógép (automata,	numerikus	db	0,1367*
	Mosógép (automata szárítóval)	numerikus	db	nincs kapcsolat
	Mosógép (hagyományos)	numerikus	db	-0,1160*
	Szárítógép	numerikus	db	0,0956*
	Mikrosűtő	numerikus	db	0,1170*
	Színes TV	numerikus	db	0,2760*
	Színes tv-ből Plazma, LCD	numerikus	db	0,1873*
	DVD lejátszó	numerikus	db	0,1475*
	Házimozi berendezés	numerikus	db	0,0676*
	Digitális- vagy videokamera	numerikus	db	0,0980*
	Digitális fényképezőgép	numerikus	db	0,1593*
	E-book (e-könyv) olvasó	numerikus	db	0,0303
	Asztali számítógép	numerikus	db	0,2395*
	Hordozható számítógép (laptop)	numerikus	db	0,1713*
	Kézi számítógép (palmtop)	numerikus	db	0,1345*
	Számítógépek	numerikus	db	0,2753*
	Okostelefon	numerikus	db	0,2101*
	Légkondicionáló	numerikus	db	0,0428*

	Változó neve	Változó típusa	Egység	Korreláció
Lakóingatlan jellemzői	Alapterület	numerikus	nm	0,3370*
	Szobák száma	numerikus	db	0,2830*
			Családi, sor- vagy ikerház (1) Társasház,	
	Épület típusa	kategorikus	egyéb (0)	0,2624*
	Épület állaga (felújított, kiváló)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,1084*
	Épület állaga (leromlott állapotú)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,0453*
	Építési év (1960 előtt)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,0331*
	Építési év (2000 után)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,0707*
	Épület külső falazata (tégla, kő)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,1737*
	Épület külső falazata (öntött beton, panel)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,2034
	Gázfogyasztás	numerikus	Ft/év	0,2474*
	Villanybojler	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,2474*
	Lakás fűtésének módja (távfűtés, több lakást fűtő kazán)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,2102*
	Villanyfűtés	kategorikus	van(1), nincs (0)	0,0880*
	Rossz nyílászárók	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,0755*
	Lakás nem elég világos	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,0466*
	Alternatív energiaforrás használata fűtésre	kategorikus	igen(1), nem (0)	nincs kapcsolat
	Régió (Közép-Magyarország)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,0288
Lakók szociális és gazdasági helyzete	Létszám	numerikus	fő	0,3967*
	Létszám négyzete	numerikus	fő négyzete	0,3097*
	Gyerekes család	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,1993*
	Tartózkodási évek	numerikus	év	-0,0291
	Lakáshasználat jogcíme (tulajdonos)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,1177*
	Referenciaszemély iskolai végzettsége (felsőfokú)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,0551*
	Referenciaszemély iskolai végzettsége (érettségi)	kategorikus	igen(1), nem (0)	nincs kapcsolat
	Gazdasági aktivitás (aktív)	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,2465*
	Gazdasági aktivitás (nyugdíjas)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,2082
	Lakáshitel-törlesztés	kategorikus	van(1), nincs (0)	0,0811*
	Megtakarítás	kategorikus	van(1), nincs (0)	0,1234*
	Medián feletti jövedelem	kategorikus	igen(1), nem (0)	0,0534*
	Település típusa (főváros és megyei jogú város)	kategorikus	igen(1), nem (0)	-0,1503*

„A jelen dokumentum a Központi Statisztikai Hivatal HKÉF 2018. (az évszám az adatfelvétel évét jelöli) adatállománya felhasználásával készült. A dokumentumban foglalt számítások és az azokból levont következtetések kizárólag Kuszmann Regina, mint szerző szellemi termékei.”