

A magyarországi lakóingatlan-állomány energiaigényének becslése*

Bene Mónika – Ertl Antal – Horváth Áron – Mónus Gergely – Székely Judit

Tanulmányunkban a 2020-as magyarországi lakóingatlan-állomány energetikai jellemzők szerinti eloszlására végzünk becsléseket. A Magyarországon újdonságértékű számításaink során összeállítottunk egy új adatbázist a 2016 óta kiadott energetikai tanúsítványok, a 2016-os mikrocenzus és a KSH lakásépítési statisztikájának összekapcsolásával. A mikrocenzus-felvételben szereplő lakásokhoz és az azóta eltelt időszak 68 ezer új lakásához rendelünk energetikaitanúsítvány-adatokat és besorolási betűjelet. Statisztikai alapon kapcsolatot állítunk fel a lakástulajdonságok és az energiaigény között, amelyet az állomány egészére vetítünk ki. Ezt feldolgozva mutatjuk be a magyar lakóingatlan-állomány becsült számított fajlagos energiaigényét és a becslés területi, illetve ingatlantípus szerinti jellemzőit. Eredményeink támogathatják a pénzügyi rendszer fenntartható jelzőloghitelezését.

Journal of Economic Literature (JEL) kódok: G21, O13, Q40, R30

Kulcsszavak: lakás, energia, energetikai tanúsítvány, EU-taxonómia

1. Bevezetés

A magyarországi lakóingatlan-állománynak szinte teljesen meg kell újulnia energetikai szempontból a következő évtizedben, évtizedekben. Csak korszerű, minimális energiaigényű állomány vezethet az ország 2030-as „Irány az 55%!”-os klímacéljainak eléréséhez, valamint a 2050-re kitűzött európai klímasemlegességhez, amit Magyarország Hosszú Távú Felújítási Stratégiája is tartalmaz (*ITM 2020*). A cél eléréséhez elengedhetetlen az állomány mostani állapotának felmérése, szükség

* A jelen kiadványban megjelenő írások a szerzők nézeteit tartalmazzák, ami nem feltétlenül egyezik a Magyar Nemzeti Bank hivatalos álláspontjával.

Bene Mónika: Központi Statisztikai Hivatal, szakstatisztikus. E-mail: monika.bene@ksh.hu

Ertl Antal: Központi Statisztikai Hivatal, szakstatisztikus; Budapesti Corvinus Egyetem, PhD-hallgató. E-mail: antal.ertl@ksh.hu

Horváth Áron: ELTINGA Ingatlanpiaci Kutatóközpont, alapító; Magyar Energiahatékonysági Intézet, ügyvezető igazgató. E-mail: horvathar@eltinga.hu

Mónus Gergely: Központi Statisztikai Hivatal, szakstatisztikus; Budapesti Corvinus Egyetem, PhD-hallgató. E-mail: gergely.monus@ksh.hu

Székely Judit: Központi Statisztikai Hivatal, osztályvezető. E-mail: gaborne.szekely@ksh.hu

Köszönjük Révész Gábor (ELTINGA) szakmai segítségét. Köszönettel tartozunk Kim Donát és az MNB Fenntartható Pénzügyek Elemzési Osztály munkatársainak segítségéért is. A kutatás a megrendelésükre és szakmai támogatásukkal készült a 35838-1/2023-Kutatási szerződés keretében. Az eredmények nem tekinthetők az MNB hivatalos becslésének.

A magyar nyelvű kézirat első változata 2023. június 7-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.25201/HSZ.22.3.123>

van továbbá tervezésre, a költségek kalkulációjára, hatékony ösztönzőrendszer kialakítására. A négymilliónál is több ingatlanon azonban még ilyen fontos cél elérése érdekében sem lehet gyorsan energetikai felmérést végezni, az állapotot csak becslésekkel lehet jellemezni. Ehhez a becsléshez járulunk hozzá tanulmányunkban egy új adatbázis létrehozásával és az adatbázis statisztikai feldolgozásával.

A lakásállomány megújulása – a gazdaság egyik legnagyobb energiafogyasztójaként – elengedhetetlen a környezeti szempontból fenntartható jövőhöz. Ebben a tanulmányban ezúttal szűkebben megfogalmazott, közvetlenebb célokhoz járulunk hozzá a számításokkal. A kivetítés fókuszában ezúttal a pénzügyi szektor számára kiemelt fontosságú uniós taxonómia cél szerepel, amely a fenntartható finanszírozásra vonatkozóan ír elő olyan szabályokat, amelyek csak az állomány egészéből vezethetők le. A tanulmány elsődleges célja, hogy megbecsülje fajlagos energiaigényben mérve a magyar lakóingatlan-állomány felső 15 százalékának határát 2020. december 31-én. Ennek feltétele, hogy a teljes lakásállomány energetikai minőségére vonatkozóan készüljön becslés.

Az Európai Bizottság EU 2021/2139 felhatalmazáson alapuló rendelete 1. mellékletének „7.7. Épületek vásárlása és tulajdonjoga” pontja alapján az uniós taxonómia szempontjából az éghajlatváltozás mérsékléséhez lényegesen hozzájárulónak minősülnek a következő ingatlanok: 2020. december 31. előtt épültek, és legalább A osztályú energetikai tanúsítvánnyal rendelkeznek. Alternatívaként az épület a nemzeti vagy regionális épületállomány operatív primerenergia-igényként (PED) kifejezett és megfelelő bizonyítékokkal igazolt felső 15 százalékában található, ami legalább összehasonlítja az adott eszköz teljesítményét a 2020. december 31. előtt épített nemzeti vagy regionális állomány teljesítményével, és legalább különbséget tesz a lakó- és a nem lakáscélú épületek között. A 2020. december 31. után befejezett épületek esetében az épület megfelel az említett melléklet 7.1. szakaszában meghatározott, a vásárlás időpontjában releváns kritériumoknak. A fentiek alapján a szabályozáshoz szükséges megbecsülni az energetikai szempontból felső 15 százalék határát. A teljes állományra való kivetítés alapján természetesen ez is adódik. Ugyan a taxonómia nem nevesít épülettípusok szerinti elkülönítést, mind a szakmai szempontok, mind az eddigi gyakorlat alapján indokolt az épülettípusok szerinti határértékek meghatározása. Ezen tanulmány eredményei alapján még a lakóépületek esetén a családi házak és a társasházak elkülönítése is indokolható, hiszen jelentősen más eredmények mutatkoznak energiaigény szempontjából.

A tanulmányunkban megbecsült érték, a magyarországi lakóingatlanok energiahatékonyság szerinti legjobb 15 százalékának alsó határa lényeges szempontokat nyújt a pénzügyi szektornak. Ennek legfőbb oka, hogy a zöld pénzügyi szemlélet teret hódít a szabályozók, jegybankok, és a profitorientált szereplők körében is (*Sági 2020*). Az ingatlanfinanszírozás szempontjából ennek egyik legfontosabb mozgatórugója az ún. zöldkötvények kibocsátása és kereskedelme. Bár a zöldkötvények

nem csak az ingatlanpiachoz kapcsolódhatnak (Bokor 2022), a jelzálog-hitelezési piac természetes módon kínálkozik a zöld pénzügyi szemlélet érvényesítésre mind az eleve értékpapírosított jellege, mind a fedezetül szolgáló dolgok (lakóingatlanok) jelentős energiaigénye miatt. Ugyan nincs univerzálisan elfogadott szabályozás arra vonatkozóan, hogy a lakóingatlan-hitelezés szempontjából mik tekinthetők „zöld”-nek, abban egyetértés mutatkozik, hogy ehhez – összhangban a fentebb idézet európai uniós szabályozással – szükséges feltétel, hogy az ingatlan az adott ország energiahatékonyság szempontjából legfelső 15 százalékába tartozzon (Ritter 2021). Mivel minden hazai ingatlan egyidejű és alapos szakértői felmérése lényegében lehetetlen, szükségesnek tartjuk, hogy álljon elő egy olyan eljárás, amely képes becslést adni a magyarországi lakóingatlanok energiaigényének eloszlására. Számításunk a szabályozói és prudenciális szempontok támogatásán túl pénzügyi termékek fejlesztéséhez is hozzájárulhat.

A hazai lakásállomány energetikai szempontból felső 15 százalékának határát a következőképpen becsüljük meg. Első lépésként feldolgozzuk a 2016 és 2020 között Magyarországon készített energetikai tanúsítványok adatbázisát, amelyek épület- vagy lakásszinten tartalmazzák az épített egység szakértő alapján számított primerenergia-igényét, illetve az építmény bizonyos műszaki paramétereit. Ezekhez, felhasználva a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) 2016. évi mikrocenzusát, további adatokat kapcsolunk. Második lépésben két különböző módszertannal statisztikai összefüggéseket becsülünk a lakóingatlanok energiaigénye és az első lépésben meghatározott tulajdonságaik között. Harmadik lépésben pedig, mivel az energetikai tanúsítványok adatbázisa több szempont – így a kor, elhelyezkedés tekintetében – sem reprezentatív a teljes országra nézve, a becsült összefüggést, a mikrocenzus súlyait használva, kivetítjük a teljes hazai lakásállományra.

Ez a tanulmány tudomásunk szerint az elsők között van, ami ezt a számítást Magyarországra vonatkozóan végzi el. Munkánk módszertana nemzetközi összehasonlításban is előremutató. Bár az épületek energiaigénye és tulajdonságaik közti összefüggés vizsgálata népszerű kutatási téma, mely lehetőséget ad a lehető legváltozatosabb statisztikai módszertanok használatára, a tanulmányok jelentős része az energiafelhasználás időbeli (pl. napon vagy éven belüli) ingadozására koncentrá¹. Jóval kevesebb az olyan, számunkra relevánsabb témafelvetésű munka, amely a lakásállományt keresztmetszetében vizsgálja, és a műszaki vagy más tulajdonságok (pl. kor) felhasználásával a teljes állomány eloszlásának valamilyen mutatójára (pl. átlag, medián, legfelső 15 százalék) koncentrá¹. Tapasztalataink szerint ezen a téren jelentős és komoly korlát a hozzáférhető adatok jellege és minősége: a legtöbb esetben vagy az épületek részletes energiaigénye, vagy pedig az országos épületállomány eloszlása nem érhető el a kutatók számára.

¹ Ezeknek átfogó összefoglalóját lásd pl. Sun et al. (2020) vagy Al-Shargabi et al. (2022).

A szakirodalomban több megközelítés is létezik ennek a problémának a kezelésére. Egyes tanulmányok figyelmen kívül hagyják a problémát: *Antonín (2019)* a csehországi lakásállományt vizsgálva, bár használ részletes, energiatanúsítványból származó energiaigény-adatokat, nem korrigálja őket az országos lakásállomány potenciálisan eltérő eloszlásával, így lényegében a rendelkezésére álló energiatanúsítványok legjobb 15 százalékanak alsó határát közli. Hasonló megközelítést használ Olaszország esetében *Nidasio et al. (2022)*. Mások a részleges adathiánnyal a lakóingatlanok energiaigénye kapcsán szembesülnek. Ebben az esetben a legtöbbször valamilyen egyszerűsítő feltevéssel élnek a szerzők. Például az Ír Statisztikai Hivatal (*ICSO 2019*) becslése a számukra rendelkezésre nem álló energiaigény helyett a meglévő tanúsítványok betűjelét használja fel és vetíti ki elhelyezkedés, épülettípus és építési év szerint a teljes országra, és határozza meg az energetikai szempontból legjobb 15 százalékot. Természetesen ilyenkor a 85. percentilis (a legjobb 15 százalék alsó határa) nem egy számszerű éves energiaigény, hanem annak a kategóriának a betűjele, ahova a lakóingatlanok energiaigény szerinti (számított) 85. percentilise esik. Ez bizonyos esetekben nagyban leegyszerűsíti a számításokat: egyes országokban a közelmúltban az új építésű ingatlanokra bevezetett szigorú energiahatékonysági előírások miatt jó kiinduló pont a szigorítások óta épített ingatlanok számbavétele, a teljes ingatlanállományban képviselt arányuknak a meghatározása és ennek az aránynak a 15 százalékkal való összevetése. Az általunk ismert tanulmányok ezt a megközelítést alkalmazzák kisebb-nagyobb helyi módosításokkal Norvégiában (*Multiconsult 2021*), Dániában (*Jyske Realkredit 2022*) és Hollandiában (*CFP 2022*).²

Ahol ezek az adatok vagy szabályozási változások nem állnak rendelkezésre, ott a kutatóknak más jellegű információhoz kell nyúlniuk az energiaigények közelítő meghatározásához. Franciaországban *Florio és Teissier (2015)* az energiatanúsítványok betűjelének eloszlása helyett a francia lakóépületek egy nagyszámú, sok műszaki jellemzőt tartalmazó mintájához rendelt egyenként ún. típusépületeket egy európai, több ezer típusépületet tartalmazó katalógusból, majd ezen adatok kombinálásával becsült éves energiaigényt és energiahatékonysági osztályt a minta minden egyes lakóegységére. Szintén a közös európai típusépületek rendszerét (az ún. EPISCOPE/TABULA-projekt eredményét) használja fel *Csoknyai (2023)*, aki „bottom-up” módszerrel definiálta a magyarországi épületállomány energiahatékonyságát. Egy korábbi munkájában *Csoknyai et al. (2016)* a kelet-közép-európai térség több államára végzett hasonló számításokat.

Természetesen külön kell szólnunk azokról a tanulmányokról, amelyek a jelen íráshoz nagyon hasonló számításokat a magyarországi lakóépületek állományára végzik el. Itt két munkát emelünk ki. A magyarországi energiatanúsítványok részletes

² Érdemes megjegyezni, hogy ezek a tanulmányok, valószínűleg módszertanuk relatív egyszerűsége miatt, jellemzően nem tudományos publikációként, hanem a közpolitikai vagy piaci szereplők (bankok, befektetők) nyilvános anyagaiként jelentek meg.

adataiból indul ki *Ritter (2022)*, aki, miután megállapítja, hogy az energiahatékonyság szempontjából legjobb 15 százalék alsó határa itthon a CC-kategóriába esik, a 2016–2019 közötti energiaigények eloszlásából közöl becsléseket annak pontos értékére. Vélhetően a rendelkezésre álló állományadatok korlátossága és a tanulmány terjedelmi korlátai miatt a szerző nem tér ki arra, hogy az energiatanúsítványok és a teljes lakásállomány összetétele eltérhet (pl. a tanúsított állomány újabb, és ezért átlagosan energiahatékonysabb, mint az ország teljes állománya).

Más a megközelítése *Kovács és szerzőtársainak (2021)*-nak. Ők egy korábbi, nagyobb kutatási program keretében huszonhárom, a hazai lakóingatlanokat leképező, ún. típusépületet definiáltak, majd ezek alapján – statisztikailag reprezentatív módon – egy kétezer darabos mintát választottak ki a magyar állományból, amely ingatlanokat energetikai szempontból alaposabban felmértek. Ezáltal lehetővé vált a típusépületek energiaigényeinek empirikus meghatározása, amiből típusonként súlyozva előállítható a legjobb 15 százalék alsó határa.

A mi tanulmányunkhoz módszertani szempontból a szakirodalomban *Hettinga et al. (2023)* megközelítése áll a legközelebb. Ebben a szerzők olyan prediktív algoritmust állítanak elő, amely a hollandiai energiatanúsítványok adatai alapján képes a holland ingatlan-nyilvántartásban szereplő minden lakóingatlanra becslést adni a tanúsítvány betűjelére. Ez az algoritmus a szerzők szerint sokkal pontosabban jelzi előre a tanúsítvány betűjelét, mint ha az ingatlan-nyilvántartás adataihoz a Hollandiára kidolgozott TABULA-típusépületek energiafogyasztását rendelnék hozzá, és az alapján állapítanák meg az energiahatékonyság fokát. Jelen tanulmányban mi is nagy számú energiatanúsítványt használunk fel, ezekből kiindulva mi is statisztikai összefüggést becslünk a lakóingatlan jellemzői és az energiahatékonyság között. Módszertanunk két ponton tér el leginkább. Egyrészt nekünk nem áll rendelkezésünkre a magyar ingatlan-állomány olyan regisztere, mint a holland esetben, így az országos extrapolációhoz a mikrocenzust kell igénybe vennünk. Másrészt, ebben a tanulmányban nem annyira a lakóingatlan-állomány legjobb 15 százalékának betűjelére, hanem annak tényleges (számított) energiaigényére koncentrálunk. Ennek a döntésnek három előnyét látjuk. Egyrészt ez pontosabb mérőszáma a mögöttes, modellezni kívánt fizikai folyamatoknak (az ország lakóingatlanai által elfogyasztott energiamennyiségnek), mint a betűjellel jelzett kategória, hiszen ez utóbbit időről időre a szabályozás könnyen módosíthatja. Másrészt ez a metodológia – a statisztikai becslés óhatatlan bizonytalanságával együtt is – pontosabb becslést adhat a 85. percentilisre, mint a betűjeles energiahatékonysági osztály. Tipikus eset ugyanis az általunk feldolgozott szakirodalomban, hogy a legjobb 15 százalék valahol a meglehetősen széles C-kategória felső részébe esik, de mivel több információ ezen túl nem állt a rendelkezésünkre, itt kénytelenek vagyunk megállni, vagy valamilyen egyszerű módon a kategóriahatárok között interpolálni. Harmadrészt, a BB vagy jobb kategóriák eléréséhez a primer energia mutatón túl más kritériumok elérése – megújuló energiatermelés – is szükséges. Így a betűjelekre végzett becslésekhez nem ordinális, hanem bizonytalanabb kategoriális becslések használata lenne

szükséges. Az energiatanúsítványok általunk használt, sokkal részletesebb adatbázisa ennél pontosabb, a nemzetközi szakirodalomban is előremutatónak mondható munkát tesz lehetővé.

2. A kutatás módszertana

A hazai lakóingatlan-állomány energetikai tulajdonságainak feldolgozását egy több éve folyó kutatási programban végezzük. Az adatgyűjtés és adatfeldolgozás intenzív háttérmunkáján kívül megjelent már a családi házak energetikai tulajdonságainak és árának összefüggéséről szóló tanulmányunk (Ertl *et al.* 2021), melyhez jegybanki kutatás is csatlakozott új lakások körében végzett számítással (Hajnal *et al.* 2022), illetve napvilágot látott egy, a tanúsítványok összefoglaló adatairól szóló publikáció is (KSH 2023). Az állomány állapotának becsléséhez vezető kutatásunk három részből áll. Először is összekapcsoltuk a 2016-os mikrocenzus lakóingatlan-állományának és az új lakások felmérésének adatait az energetikai tanúsítványokkal. Így létrejött egy, a 2020. év végi állapot szerinti lakóingatlan-állományt reprezentáló adatbázis 68 ezer lakással. Másodszor, a mikrocenzusban található lakástulajdonságok alapján statisztikai összefüggést becsültünk az energiatanúsítvány fajlagos energiaigény-adata és a lakástulajdonságok között. Ezt a becslést házakra és lakásokra külön végeztük. Végül ezt az összefüggést felhasználva minden olyan ingatlanhoz rendeltünk energiaigényt, amely része a mikrocenzus állománynak, de nem tudtunk hozzá energiatanúsítvány- adatot kapcsolni. Ennek eredményeként minden magyarországi lakóingatlanra adódott egy becsült fajlagos energiaigény 2020. december 31-re. Ennek a megközelítésnek az eredményeit mutatjuk be a továbbiakban.

Az ingatlanok sorba rendezhetőek fajlagos energiaigény szerint, így a legjobb 15 százalék határértéke is meghúzható. A sorba rendezést típusok és földrajzi elhelyezkedés szerint is meg lehet tenni. A módszertanunk alkalmas arra is, hogy az újonnan épült ingatlanokat integrálva, évente frissüljön.

Önmagában az a becslés is tartogat érdekességeket, amelyek a fajlagos energiaigény és a lakástulajdonságok összefüggését mutatják. Az építési korszak, egyes falazati és gépészeti jellemzők az OLS-becslésben parciális együttthatókat kapnak, amelyek a fajlagos energiaigényre gyakorolt általános változást mutatják.

Mivel munkánk kiemelt célja az állomány tulajdonságainak becslése, így ez tulajdonképpen egy predikciós feladat. Indokoltnak tartottuk ezért a parciális hatásokat explicite nem megjelenítő predikciós módszer alkalmazását is. A fajlagos energiaigény és a lakástulajdonságok összefüggését random forest módszerrel is elvégeztük.

Ennek megfelelően először bemutatjuk a kiinduló és az összekapcsolt adatbázisunkat, majd az összekapcsolt adatbázison végzett statisztikai becsléseket. Eredményeinket az azt követő részben tesszük közzé, ahol a teljes állományra vonatkozó kivetítéseket prezentáljuk.

2.1. Felhasznált adatbázisok

2.1.1. Az energetikai tanúsítványok adatbázisa

Az épületek energetikai szempontú tanúsítását az Európai Unió iránymutatása alapján Magyarországon *Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról* szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet és a 176/2008. (VI. 30.) Kormányrendelet szabályozza. Előbbi magát a számítás módját adja meg, utóbbi a tanúsítás menetét és a tanúsítványt írja le. Jelen projektben az elkészült tanúsítványok adatait a KSH statisztikai feldolgozás céljából kapta meg a Lechner Tudásközponttól, amely kezeli azokat. Kutatásunkban a 2016 és 2020 között elkészült tanúsítványokkal foglalkozunk. 2016-ra változott a számítási módszertan, emiatt az ez előtti adatok nem hasonlíthatók össze a 2016 utániakkal. Mivel az uniós taxonómia szempontjából célunk a 2020. év végi állapot megfigyelése volt, értelemszerűen a 2016 utáni adatokat használtuk fel. Ugyanezért, bár 2020 utáni tanúsítvány-adatok is elérhetők, csak a 2020-ig kiadott tanúsítványokat vettük figyelembe. Módszertanunk azonban alkalmazható az időhorizont kiterjesztésével is.

Az 1. táblázat a feldolgozott energetikai tanúsítványok számát mutatja. A kiadott tanúsítványokról szóló táblázatban látható, hogy sok FF-nél rosszabb tanúsítás is készül. Ugyanakkor évről évre több a legalább korszerűnek minősített, AA–BB tanúsítást kiérdemlő ingatlan.

1. táblázat		2016	2017	2018	2019	2020
A lakóépületekre kiadott energetikai tanúsítványok darabszáma a 2016 és 2020 között lezárt tanúsítások esetén, a besorolás betűjele szerint						
AA++	Minimális energiaigényű	521	398	348	354	453
AA+	Kiemelkedően nagy energiahatékonyságú	0	702	840	445	594
AA	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelménynél jobb	0	0	0	342	639
BB	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelményeknek megfelelő	372	1 505	2 040	3 293	4 869
CC	Korszerű	16 299	27 062	28 879	30 875	37 639
DD	Korszerűt megközelítő	11 840	18 203	17 950	16 447	15 156
EE	Átlagosnál jobb	12 616	19 631	19 313	17 333	15 123
FF	Átlagos	12 346	18 255	18 761	16 842	14 371
GG	Átlagost megközelítő	11 260	17 218	17 917	16 261	13 645
HH	Gyenge	14 517	21 143	22 172	21 149	17 362
II	Rossz	11 191	15 892	16 931	15 805	13 251
JJ	Kiemelkedően rossz	5 749	8 149	8 579	7 909	6 550
	Összesen	96 711	148 158	153 730	147 055	139 652

Forrás: A Lechner Tudásközpont adatbázisának KSH általi feldolgozása alapján számítva

A tanúsítványok célját áttekintve elmondható, hogy a legtöbb energetikai felmérés adásvételhez kötődik (2. táblázat), ami az eladó jogszabályi kötelezettségeiből adódóan érhető. Megmutatkozik ugyanakkor, hogy ezekben az években 10 százalék fölül emelkedett az új lakások aránya a tanúsított ingatlanok között (használatbavételhez készített tanúsítványok). Összességében a második leggyakrabban pályázati célra készült tanúsítás. A saját célra készült tanúsítás kategória tükrözhet az előbbiekből több célt is, amelyeket a megrendelő nem azonosított az energetikus számára. Amikor ugyanazon ingatlanra több tanúsítás is készült, akkor az állományi adatfelvételhez közelebbit vettük figyelembe (a mikro-cenzusos lakások esetén a 2016-hoz közelebbit, az új lakások esetén az építési évhez közelebbit).

2. táblázat					
A lakóépületekre kiadott energetikai tanúsítványok darabszáma a 2016 és 2020 között lezárt tanúsítások esetén, a besorolás betűjele szerint					
Tanúsítás célja	2016	2017	2018	2019	2020
Ingatlan-adásvétel	83 201	119 047	120 906	106 401	88 645
Pályázat	3 958	10 720	13 611	17 134	19 740
Használatbavétel	4 295	8 632	8 946	11 982	18 531
Ingatlan-bérbeadás	1 962	2 579	2 449	2 654	1 542
Kötelezés írta elő	197	86	54	38	87
Középület, állami	8	29	6	19	16
Saját cél	3 090	7 065	7 758	8 827	11 091
Összesen	96 711	148 158	153 730	147 055	139 652

Forrás: A Lechner Tudásközpont adatbázisának KSH általi feldolgozása alapján számítva

Az adatbázis területi reprezentativitása szempontjából lényeges a rendelkezésre álló tanúsítványok földrajzi megoszlása. Ezt – régiós bontásban – a 3. táblázat tartalmazza. Látható, hogy az adatbázis széleskörűen lefedi az országot: kutatásunkban valamennyi régióból több tízezer adatra támaszkodhattunk.

Az elvégzett tanúsítások régió és településtípus szerinti állományhoz viszonyított arányát mutatja a 4. táblázat. A legmagasabb arány a Pest megyei városokban mutatkozik, ahol az állományhoz képest 19 százalék a tanúsítványok aránya, míg a legalacsonyabb ez a mutató a dél-alföldi községek esetén.

3. táblázat**A lakóépületekre kiadott energetikai tanúsítványok darabszáma a 2016 és 2020 között lezárult tanúsítások esetén, régió szerint**

Régió	2016	2017	2018	2019	2020
Budapest	27 635	39 868	38 114	33 593	27 829
Pest megye	11 873	19 622	20 641	20 159	18 619
Közép-Dunántúl	10 685	15 438	15 873	15 607	15 798
Nyugat-Dunántúl	9 475	14 361	14 921	14 896	15 491
Dél-Dunántúl	8 371	11 628	12 592	12 470	12 451
Észak-Magyarország	7 928	13 580	14 892	14 974	14 636
Észak-Alföld	9 853	17 603	19 187	18 516	18 431
Dél-Alföld	10 891	16 058	17 510	16 840	16 397
Összesen	96 685	148 158	153 730	147 055	139 652

Forrás: A Lechner Tudásközpont adatbázisának KSH általi feldolgozása alapján számítva

4. táblázat**A lakóépületekre kiadott energetikai tanúsítványok (2016–2020) aránya a 2020-as lakásállomány arányában, régió és településtípus szerint**

Régió	Megyeszékhely	Város	Község	Összesen
	(%)			
Budapest	18			18
Pest megye		19	17	18
Közép-Dunántúl	17	16	15	16
Nyugat-Dunántúl	17	15	15	15
Dél-Dunántúl	16	15	11	14
Észak-Magyarország	15	13	11	13
Észak-Alföld	18	12	10	13
Dél-Alföld	18	12	9	13
Összesen	17	15	13	15

Forrás: A Lechner Tudásközpont adatbázisának KSH általi feldolgozása alapján számítva

2.1.2. A Mikrocenzus lakáskérdőíve

Az előbbieken bemutatott energetikai tanúsítvány adatbázis után röviden bemutatjuk a máshol részletesebben ismertetett „Mikrocenzus 2016” adatbázis lakásállományra vonatkozó tartalmát (KSH 2017; KSH 2018). 2016-ban a hetedik mikrocenzusra került sor, melynek során az ország 2 148 településén mintegy 440 ezer címen zajlott az összeírás. A címek kiválasztása rétegzett mintavétel alapján zajlott, és a részvétel kötelező volt. Ez a – két népszámlálás közti – mintavétel tehát reprezentálja a magyarországi ingatlanállományt is. A Mikrocenzus lakáskérdőívét

tanulmányunk 1. Mellékletében is bemutatjuk. Ebből a forrásból rendelkezésre állnak az alábbi adatok:

- az ingatlan pontos címe;
- az ingatlan alapterülete;
- az ingatlan építésének korszaka, nagyjából évtizedenként;
- az ingatlan falazatának jellege;
- az ingatlan fűtési módja;
- az ingatlanon 2005 után befejezett felújítási munkák jellege;
- az ingatlan által a magyar lakásállományban reprezentált lakásszám.

Az adatok az ingatlan pontos címe és/vagy helyrajzi száma alapján kapcsolódtak az energetikai tanúsítványokhoz.

Az ingatlanra vonatkozó műszaki adatok fontos szerepet játszhatnak az ingatlan energetikai állapotában. Némelyik közvetlenül: a falazat jellege, a fűtés módja, az elvégzett szigetelés, nyílászárócsere. Némelyik közvetve áll összefüggésben az energiaigénnyel: az építési korszak az akkoriban jellemző anyaghasználat, építési technológia által. Ezért állítottuk fel hipotézisünket ezeknek a jellemzőknek a számított energiaigénnyel való kimutatható összefüggésére, amit statisztikailag vizsgáltunk. Természetesen tudatában vagyunk, hogy számos további ismérvnek lehet komoly hatása a lakások energetikai jellemzőire, azonban ebben a kutatásban a mikrocenzusban elérhető információkra kellett hagyatkoznunk.

2.1.3. Új lakás kérdőív

A 2016 és 2020 között megépült új lakóingatlanokat az OSAP 1078 lakásépítési adatfelvétel alapján vontuk be az adatbázisba. Ezekben – az új lakásoknál egyébként sem releváns felújítási jellemzők kivételével – rendelkezésre állnak azok az adatok, amelyek a mikrocenzusban is. Az országos állományra kivetítve ezek a lakások saját magukat reprezentálják, azaz 1-es súlyt kaptak. Ebben az adatbázisban 83 ezer lakóingatlan adata szerepelt. Az adatok az ingatlan pontos címe és/vagy helyrajzi száma alapján kapcsolódtak az energetikai tanúsítványokhoz.

2.1.4. Az összekapcsolt, súlyozott adatbázis

Vizsgálatunkhoz a 2016. évi mikrocenzus lakásállományát vettük alapul, ezekhez a rekordokhoz kapcsoltuk hozzá a 2017 és 2020 között kiadott energetikai tanúsítványokat. A kapcsoló változó a KSH címregiszteréből rendelkezésre álló címazonosító volt, melyet az általános címtisztító szolgáltatással rendeltünk hozzá az energetikai tanúsítványokhoz. Az eljárás során a közel 480 ezer tanúsítvány majdnem 70 százalékhöz sikerült albetét pontosságú címazonosítót találni, melyekből 22 300 lakást tudtunk a mikrocenzus-állományban azonosítani.

A következő lépésben az OSAP 1078 adatgyűjtésből rendelkezésre álló, 2016–2020 között használatba vett lakásokhoz kerestük az energetikai tanúsítványokat. Mivel

ezeknek a lakásoknak nem ismerjük az albetétszintű pontos címét, csak az épületét, a 2016–2020. évi tanúsítványok halmazát az egész épületre kiadottakra szűkítettük. Ezt azért is indokoltnak tartjuk, mivel jellemző gyakorlat, hogy a használatbavételi engedélyhez az egész épületre készül energetikai tanúsítvány. A kapcsoló változók az épületek helyrajzi száma és a használatbavétel éve voltak, és a tanúsítványokat csak akkor vettük figyelembe, ha az egész épület egységes energetikai osztályba sorolódott és kiadása a használatba vétel évében vagy az azt megelőző évben történt. Ezzel a módszerrel a 2016–2020 között használatba vett lakások 56,5 százalékához sikerült tanúsítványt kapcsolni. Összességében a mikrocenzusban szereplő 386 ezer lakáshoz 22,3 ezer energetikai tanúsítványt tudtunk társítani, míg a 83 ezer új lakáshoz 46,7 ezret. Felmerülhet a kérdés, miért nem volt teljes körű az adatok kapcsolódása az új lakások esetében, hiszen a használatbavételkor kötelező a tanúsítvány kiállítása. A magyarázat elsősorban az, hogy az egyes ingatlanok használatbavételi engedélyének kiadásakor – ekkor történik a statisztikai számbavétel – sokszor még nem ismertek a pontos cím- adatok, így a kapcsolást biztosító információk nem mindig álltak rendelkezésre.

Az így előállt összesített adatbázis szerinti energetikai eloszlás az 5. táblázatban látható. Összesen 69 ezernyi olyan egyedi adathoz jutottunk, amelyek esetén az ingatlan számított energiaigénye és a lakások tulajdonságai rendelkezésre állnak. Ez az állomány – a mikrocenzus súlyait alapul véve – az országos állományból 300 ezer lakóingatlant reprezentál.

5. táblázat

Az energetikai tanúsítványokhoz kapcsolt, lakástulajdonságokkal rendelkező adatok száma és energetikai kategóriák szerinti megoszlása

	Lakásdarabszám az összekapcsolt adatbázisban	Megoszlás (%)	Az összekapcsolt adatbázis által reprezentált lakásszám	Megoszlás (%)
AA++	640	0,9	658	0,2
AA+	1 703	2,5	1 886	0,6
AA	682	1,0	793	0,3
BB	5 744	8,3	6 839	2,3
CC	34 087	49,5	63 424	21,0
DD	5 300	7,7	30 547	10,1
EE	3 409	4,9	33 575	11,1
FF	3 344	4,9	33 578	11,1
GG	3 277	4,8	32 778	10,9
HH	4 694	6,8	44 042	14,6
II	4 104	6,0	36 554	12,1
JJ	1 944	2,8	16 802	5,6
Összesen	68 928	100,0	301 476	100,0

Forrás: Az összekapcsolt adatbázis alapján számítva

A számításaink alapját képező újonnan létrehozott adatbázis bemutatása után a következő részben ismertetjük az adatbázison végzett becsléseket az ingatlantulajdonosságok és a számított energiaigény között.

2.2. Regressziós illesztés

Az alábbi változókkal végeztük az illesztést, mely esetén a magyarázott változó a számított összesített fajlagos primer energiafogyasztás értéke volt („ E_p ”). A regressziós specifikáció hasonló a lakásárak esetén használatos hedonikus regresszióhoz, amely alkalmazása számos statisztikai elemzésben megtalálható, így lakásárindexekre vonatkozóan az Eurostat lakásárindex-kézikönyvében (*Eurostat 2017*), illetve a KSH lakásfelmérésében is (*KSH 2016*). Míg a lakásárak magyarázata esetén az egyszerű specifikáció mögött mély közgazdasági tartalom van a keresletre vonatkozóan (*Kain – Quigley 1970*), ebben az esetben műszaki összefüggések alapján tételezhetünk fel kapcsolatot a magyarázott és a magyarázó változók között. Mivel nem áll rendelkezésre teljes részletes műszaki tartalom, a lakásárakat magyarázó regressziókhoz hasonlóan földrajzi alapú proxy változókat is bevontunk. A családi házakra és a társasházi lakásokra (legalább 3 lakásos épület) külön modellt becsültünk. A regressziókban a mikrocenzuson alapuló súlyozással láttuk el a megfigyeléseket. Mindkettő esetében az alábbi magyarázó változókat vettük figyelembe:

Földrajzi változók:

- 7 régió
- 4 település nagyság: régióközpont (Debrecen, Pécs, Szeged, Győr, Miskolc); megyei jogú város; város; község
- a településen 2020-ban 5 millió forint feletti adóalappal rendelkező adózók aránya (szerepeltetését az indokolja, hogy a magasabb jövedelmű háztartások előfordulása emeli a magas minőségű lakóépületek meglétének esélyét)
- a településen 2020-ban az egy állandó lakosra jutó szja-alap

Az épületre vonatkozó általános változók:

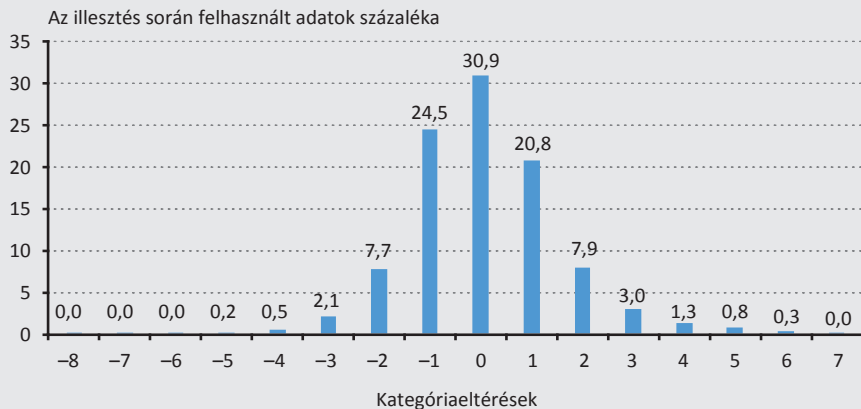
- alapterület
- építési korszak:
 - 1919 előtt épült
 - 1920–1945 között épült
 - 1946–1960 között épült
 - 1961–1970 között épült

- 1971–1980 között épült
- 1981–1990 között épült
- 1991–2000 között épült
- 2001–2011 között épült
- 2012–2016 között épült
- 2016 után épült

Az épület energetikájával kapcsolatos változók:

- Volt-e korszerűsítés? (Korszerűsítésként azonosítottuk azokat a munkákat, amikor a mikrocenzus szerint szigetelésre, ablakcserére, vagy a fűtési rendszer átalakításra került sor az ingatlanban a 2016-ot megelőző 10 évben. Azaz a *1. Mellékletben* található kérdőív 13.3, 13.6 vagy 13.12-es kérdésére igen volt a válasz.)
- falazat: téglá, beton, panel, egyéb
- hőszivattyú, klíma, napkollektor, központi szellőzés léte, megújuló energia használata
- fűtési rendszer: helyiségfűtés, cirkófűtés, épület egyedi kazánfűtés, távfűtés
- klíma: a mikrocenzus szerint a 2016 előtti 10 évben klímát szereltetett be a tulajdonos (Az *1. Mellékletben* található kérdőív 13.8-as kérdésére igen választ adott).
- hőszivattyú: az újjakás-felvétel szerint hőszivattyút építettek be az ingatlanba.

A regresszióban a korszerűsítés megvalósulásával kapcsolatos keresztszorzatokat is alkalmaztunk, melyek együtthatói szignifikánsnak bizonyultak. Az együtthatók becslése során szintbeli OLS-becslést alkalmaztunk az ingatlanjellemzők energiaigényre gyakorolt sajátossága alapján. Hagyományosabb illeszkedési mutatók szerint a családi házak esetén a korrigált R -négyzetre 73 százalék, társasházak esetén 65 százalék adódott. A regresszió illeszkedésére a hagyományos mutatón túl azt is megvizsgáltuk, hogy a prediktált fajlagos energiaigény alapján meghatározott energetikai kategória mennyire (hány kategóriával) tér el a valós minősítéstől. Ezt az összefüggést az *1. ábra* mutatja. Modellünk az esetek 76 százalékában legfeljebb egy kategóriát téved.

1. ábra**A fajlagos energiaigényt magyarázó OLS-regresszió hibái kategóriaeltérésre bontva**

Megjegyzés: Pozitív számok: a becslés során prediktált fajlagos energiaigény rosszabb kategóriába esik a tényleges tanúsítványnál (AA++, AA+, AA és BB kategória összevontan szerepel).

Forrás: Az összekapcsolt adatbázis alapján számítva

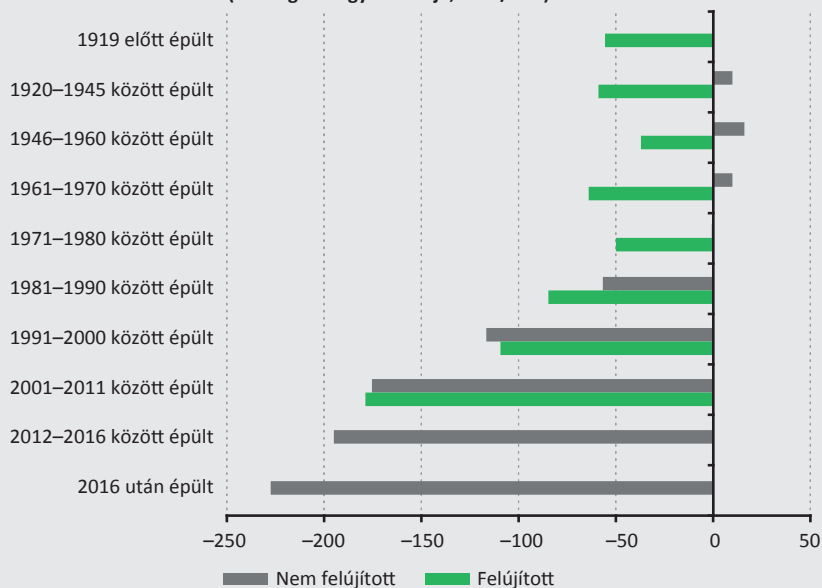
Az általános illeszkedési jellemzőkön túl érdemes kiemelni néhány becslött együtttható nagyságát. A Hosszú Távú Felújítási Stratégiában használatos épülettipológiában fontos szerepet kap az épületek építésének időszaka. A mikrocenzusban meghatározott korszakok együttthatói a mi becslésünkben is szignifikánsnak bizonyultak (lásd 2. ábra). A korszerűbb épületek fajlagos energiaigénye akár 200 kWh/m²a-val is alacsonyabb lehet a régi épületeknél. A különbségek a családi házak esetén valamivel nagyobbak, mint a társasházi lakásoknál. A felújított lakóegységek esetén 50–100 kWh/m²a-val alacsonyabb energiaigény mutatkozik a nem felújítottakhoz képest. Ez a becslött hatás nagyobb, ha az épület régebbi, eleve korszerűtlenebb, és a mi adatbázisunkon statisztikailag szinte elhanyagolható, ha az épület 2000 utáni. A 2000 után épült társasházak esetén az alacsony darabszám miatt az együtttható nem szignifikáns.

2. ábra

A fajlagos energiaigényt magyarázó OLS-regresszióban az építési év becsült együtthatói

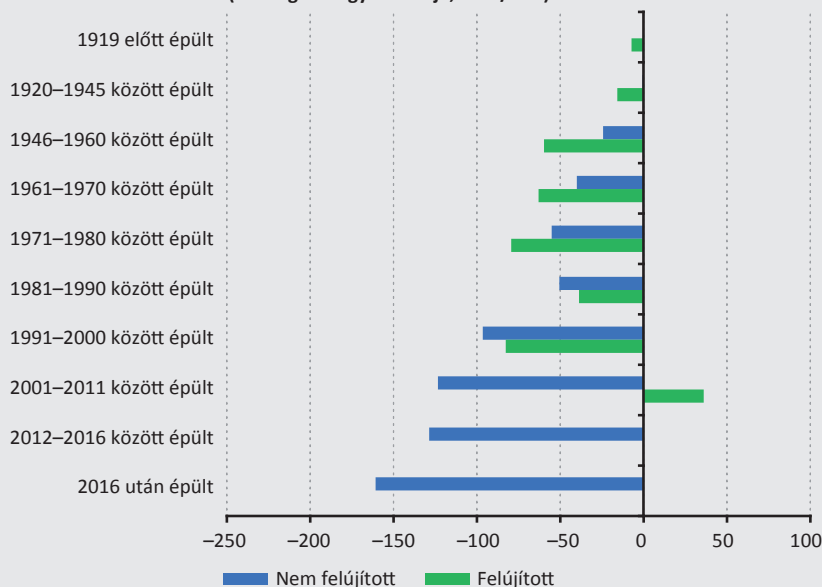
a) Családi házak

Az építési időszak fajlagos energiaigényre gyakorolt hatása
(a kategória együtthatója, kWh/m²a)



b) Társasházak

Az építési időszak fajlagos energiaigényre gyakorolt hatása
(a kategória együtthatója, kWh/m²a)



Forrás: Az összekapcsolt adatbázis alapján számítva

A földrajzi változók tekintetében érdemes kiemelni az észak-magyarországi és az észak-alföldi régió ingatlanainak a többi régióéhoz viszonyított magasabb energiaigényét. Valószínűsíthetjük, hogy ezekben az országrészekben a nem megfigyelt ingatlanjellemzők is rosszabbak a többi régióhoz képest, mert kevesebb pénzt tudnak a tulajdonosok építésre, fenntartásra fordítani. Ezek az együttthatók hozzávetőlegesen 35 kWh/m²a eltérést magyaráznak meg átlagosan a kategóriák között.

A paneltechnológiával épített társasházak energiaigénye 20 körüli kWh/m²a-val alacsonyabb az átlagos társasházakénál.

A vezetékes melegvíz nélküli lakások energiaigénye sokkal magasabb, ami más tényezők – korszerűtlen építés és elhanyagolt állapot – hatását tükrözi. A mintában a melegvíz nélküli lakások aránya a teljes állományban 4,5 százalék.

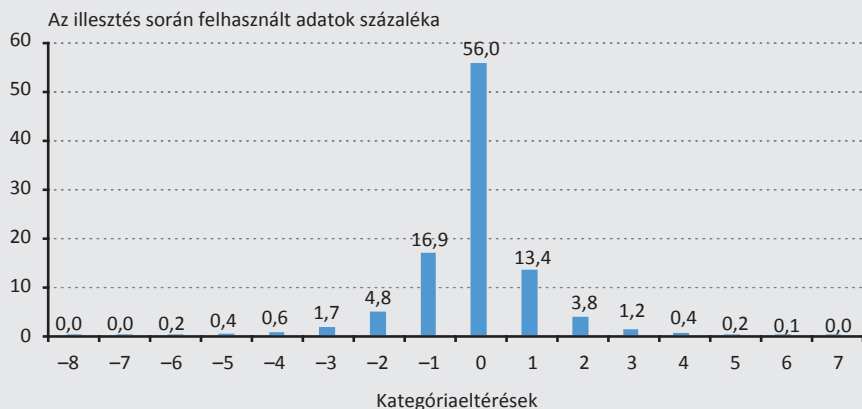
A regressziók együttthatói és a becslések standard hibái a 2. *Mellékletben* találhatóak.

2.3. Random forest modell illesztése

Lévéen, hogy munkánk célja a mikrocenzusban szereplő lakástulajdonságok alapján a számított energiaigényre vonatkozó minél pontosabb becslés, egy, a gépi tanulás területén népszerű modellt is felhasználtunk. Választásunk a random forestre esett, amely az OLS-hez képest rugalmasabb függvénykapcsolatokat is meg tud ragadni a függvényforma, illetve az interakciók tekintetében. A modellbe a 2.2-es résznél felsorolt magyarázó változókat építettük be.

Az algoritmus 1 000 fát növesztett, az egyes fák minimum mélysége 5, a maximális mélységet nem korlátoztuk. Az algoritmus alapján meghatározott eredményeket tanító és tesztalmozakon is teszteltük. Az illeszkedés eredményeit ezúttal is a kategóriák becslése alapján mutatjuk be a 3. *ábrán*. Az illesztett modell az esetek 86 százalékában legfeljebb egy kategóriát téved.

3. ábra
A fajlagos energiaigényt magyarázó random forest modell hibái kategóriaeltérésre bontva



Megjegyzés: Pozitív számok: a becslés során prediktált fajlagos energiaigény rosszabb kategóriába esik a tényleges tanúsítványnál (AA–BB kategória összevontan szerepel).

Forrás: Az összekapcsolt adatbázis alapján számítva

3. A magyar lakásállomány energetikai tulajdonságára vonatkozó eredmények

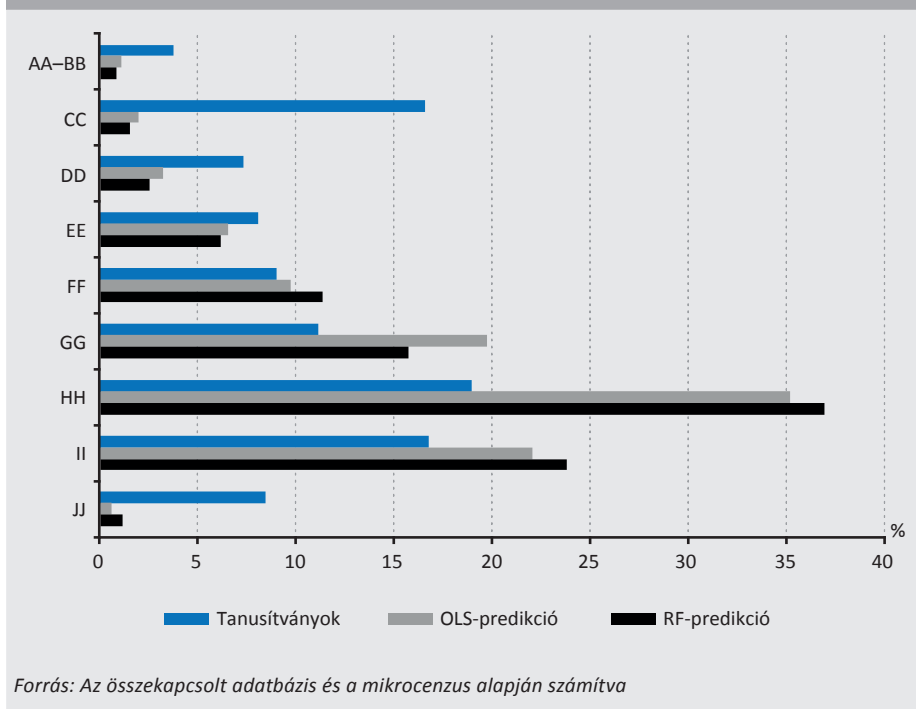
3.1. Állományi becslések

Az energiaigény és a lakástulajdonságok kapcsolatának becslése után az összefüggést felhasználtuk azon lakások energiaigényének becslésére, amelyekről nem áll rendelkezésre energetikaitanúsítvány-adat. Így a mikrocenzus eredeti súlyozását felhasználva a mintegy 4,5 millió magyarországi lakóingatlanra fajlagosenergiaigény-becslést készítettünk. A becsült megoszlás hasonló az OLS- és a random forest módszer esetén is, azonban mindkettő kedvezőtlenebb képet mutat, mint a kiadott tanúsítványok. Ez az eredmény nem meglepő, hiszen a forgalomba kerülő ingatlanok általában jobbak, mint az állomány egésze. Főleg azért, mert minden új ingatlanra készül energetikai tanúsítvány, és nagyjából minden második (a saját célra építettek kivételével) meg is jelenik a forgalomban. Eltéríti a tanúsítványok összetételét az is, hogy a nagyvárosi többlakásos épületek gyakrabban cserélnek gazdát, és így nagyobb eséllyel kapnak tanúsítványt, mint a kistelepülések családi háza. Statisztikai módszerünk azonban lehetőséget ad ennek a különbségnek a megszüntetésére. Míg a kiadott tanúsítványok között a leggyakoribb kategória a CC, addig az állományban valószínűleg a legtöbb ingatlanra a HH kategória jellemző.

Ez a megoszlás főleg a családi házakban domináns *HH* kategória eredménye. Családi házak esetén az *II* kategória is jellemző, becslésünk szerint 650 ezernél is több ilyen ház van Magyarországon, a *GG* és *HH* kategóriába pedig megközelítőleg 1,5 millió ház esik a 2,8 millió családi házból. Bár a tanúsítványok között az *AA–BB–CC* kategória 20 százalékot tesz ki, az állományra vonatkozó kivetítés szerint mindössze 3 százaléknyi „korszerű”, illetve ennél jobb energetikai kategóriába eső családi ház van Magyarországon (4. ábra).

4. ábra

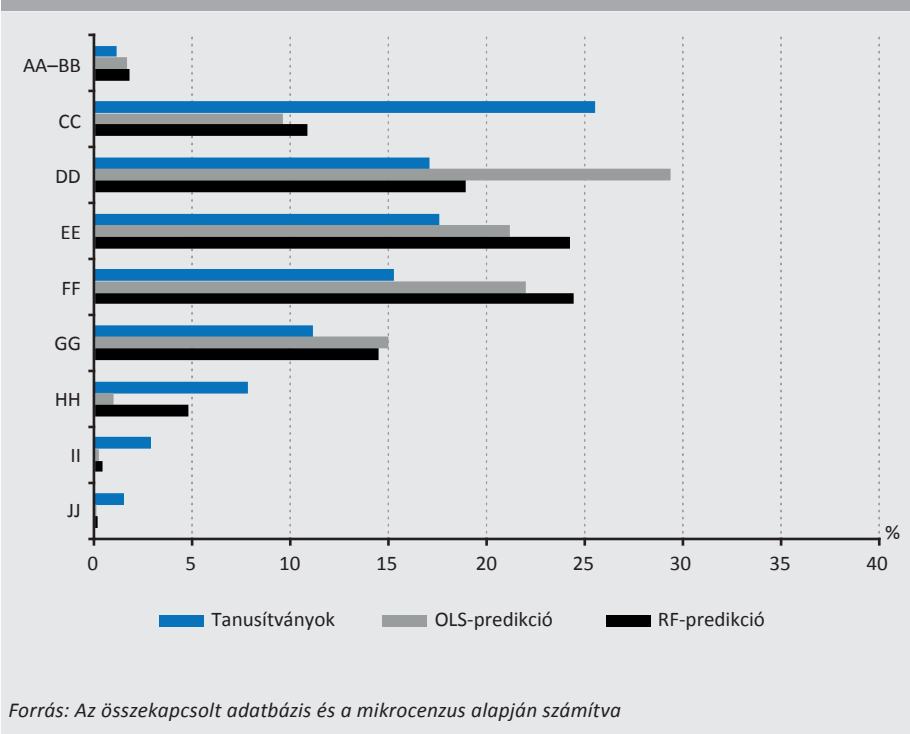
A magyar lakóingatlan-állomány becsült energetikai besorolási megoszlása, családi házak



A társasházi lakások esetén a becslés és a kivetítés valamivel mérsékeltebben rajzolja át a tanúsítványok alapján kirajzolódó eloszlást (5. ábra). A legalább „korszerű” ingatlanok (*AA++*, *AA+*, *AA–BB–CC* kategória) aránya 10 százaléknál nagyobbra tehető. A *DD–HH* kategóriákban kisebb aránybeli tulajdonságok mutatkoznak. Az OLS- és a random forest eljárás között főleg a *DD* és *HH* kategóriákban mutatkozik különbség, amelyek a *DD* esetén elérik a 10 százalékot. Ez a többlet az *EE* és *FF* kategóriák rovására jelentkezik a társasházi kategória megoszlásában.

5. ábra

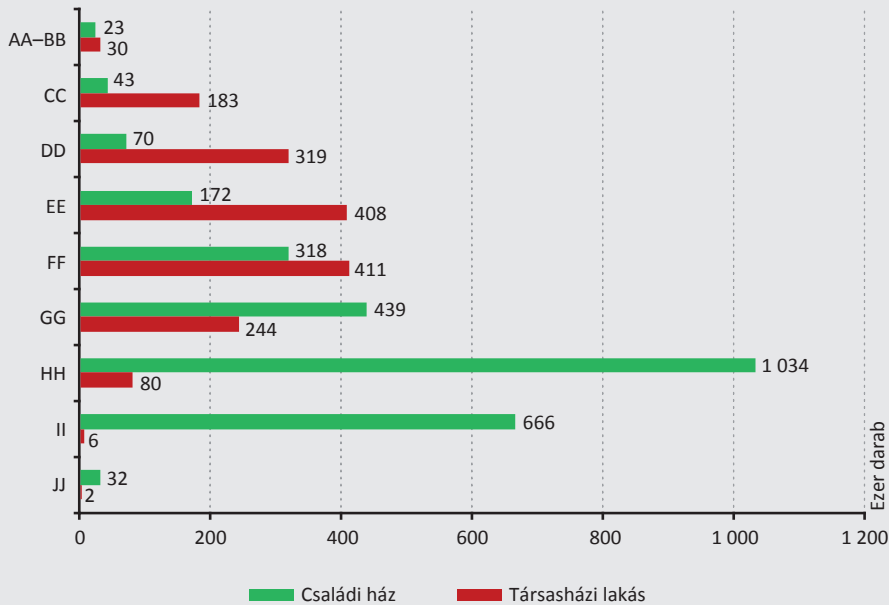
A magyar lakóingatlan-állomány becsült energetikai besorolási megoszlása, társasházak



Az OLS-becslés szerint a lakások esetén a leggyakoribb kategória a *DD* betűjelé, amely a „korszerűt megközelítő” besorolás. A Random Forest eljárás alapján az *EE* és *FF* kategóriák a legjellemzőbbek a társasházak között (lásd 5. ábra). A következő, 6. ábra a két ingatlantípusra vonatkozó RF becsléseket egyesíti. A kategóriák közti megoszlás látványos különbséget mutat házak és lakások között. Tanulságos, hogy korszerű kategóriába (*CC* és felette) 280 ezer magyarországi lakóingatlant becsültünk.

6. ábra

A magyarországi házak és lakások becsült energetikai besorolási megoszlása



Forrás: Az összekapcsolt adatbázis és a mikrocenzus alapján számítva

3.2. A legjobb 15 százalékos határra vonatkozó becslések

Miután a kivetítések minden hazai lakóingatlanhoz rendelnek energiaigényt, a módszer alkalmas bármilyen megoszlási kérdés megválaszolására. A Taxonómiaszabályokban a legjobb 15 százalék határa fontos szerepet játszik, ezért a 6. táblázatban ennek az adatait tesszük közzé. Az OLS-becslés némileg alacsonyabbra teszi az energetikai szempontból legjobb 15 százalék lakóingatlan határát (összesített primer energiaigény: 149 kWh/m²a). Míg a lakások esetén közel azonos határértékeket prediktált az OLS- és a random forest becslés, addig a házak esetén az OLS-becslés 9 kWh/m²a-val alacsonyabbra teszi a határt.

Földrajzi megoszlást tekintve is láthatóak különbségek. A házak határértéke Budapesten a legalacsonyabb. Lakások esetében a Dél-Dunántúl még a fővárosinál is alacsonyabb értékeket mutat. A legmagasabb határértékek a házak esetén Észak-Magyarországnál szerepelnek a táblázatban. A lakások esetén Észak-Magyarország (OLS) és Észak-Alföld (RF) értékei a legmagasabbak.

A legalacsonyabb és legmagasabb értékek között 100 kWh/m²a eltérés is lehet a házaknál, míg a lakások esetén ez a különbség 20–30 kWh/m²a körülire tehető.

6. táblázat

A becsült energiaigény szerinti legalacsonyabb 15 százalékos határa a magyarországi állományban az OLS-becslésre, illetve a random forestre (RF) alapozott predikció esetén (összesített primer energiaigény, kWh/m²a)

Régió	RF			OLS		
	Ház	Lakás	Összesen	Ház	Lakás	Összesen
Budapest	169,9	128,8	132,1	153,8	130,6	131,6
Pest megye	178,0	132,0	163,0	174,1	129,4	156,0
Közép-Dunántúl	217,6	143,0	164,6	215,5	138,0	150,2
Nyugat-Dunántúl	198,4	143,7	161,5	186,5	137,4	150,5
Dél-Dunántúl	251,6	112,8	164,0	233,6	119,9	142,3
Észak-Magyarország	264,2	144,7	186,8	263,7	148,2	182,6
Észak-Alföld	255,0	152,6	184,5	246,9	144,6	176,0
Dél-Alföld	262,0	135,0	185,7	247,1	136,8	169,0
Országos	222,9	133,3	160,3	214,0	133,6	149,4

Forrás: Az összekapcsolt adatbázis és a mikrocenzus alapján számítva

4. Diszkusszió

A Nemzeti Épületenergetikai Stratégiában és a Hosszú Távú Felújítási Stratégiában szereplő becslések a hazai épületállományról 23 épülettípuson alapulnak. Ehhez képest ebben a tanulmányban lényegesen részletesebb becsléssel és statisztikai módszerekkel becsültük meg a hazai lakóépületek energetikai állapotát. A részletesebb becslés képet ad az energiaigény és néhány ingatlanulajdonlás közötti kapcsolatról is. A teljes állományra való kivetítés alkalmas földrajzi és eloszlási jellemzők megjelenítésére is.

Eredményeink nemzetközi összehasonlítása sajnos igen nehézkes – ennek oka, ahogy a bevezetőben ismertettük, a kutatók rendelkezésére álló adatbázisok korlátai. Ez különösen igaz Magyarország szomszédaira, illetve tágabban véve az EU-hoz 2004 óta csatlakozott államokra, amelyek számunkra vélhetően relevánsabb összevetési alapot jelenthetnek mind a lakóingatlan-építés hagyományai, mind pedig a klimatikus viszonyok alapján, mint például a skandináv vagy mediterrán országok. Másrészt, ez a tény kiemeli kutatásunk innovatív jellegét és hozzájárulását a magyarországi lakóingatlan-állomány energetikai állapotának felméréséhez, illetve alkalmas az EU Taxonómiával kapcsolatos hazai döntések megalapozására.

Felhasznált irodalom

- Al-Shargabi, A.A. – Almhafdy, A. – Ibrahim, D.M. – Alghieth, M. – Chiclana, F. (2022): *Buildings' energy consumption prediction models based on buildings' characteristics: Research trends, taxonomy, and performance measures*. Journal of Building Engineering, 54: 104577. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2022.104577>
- Antonín, J. (2019): *Methodology of establishing the 15% threshold of the most energy-efficient buildings in the Czech Republic*. Czech Green Building Council (CZGBC), 2019/06. <https://www.czgbc.org/files/2019/12/8dcda4fba36a9a298865ac8b56d6998a.pdf>
- Bokor László (2022): *ESG-kötvények és -alapkészítők szabályozói-piaci trendjei, valamint a szuverének egyes kapcsolódó kockázatai*. Hitelintézet Szemle, 21(4): 152–181. <https://doi.org/10.25201/HSZ.21.4.152>
- CFP (2022): *Green Residential Buildings Methodology Assessment Document*. CFP Green Buildings, June. <https://www.nn-group.com/article-display-on-page-no-index/nn-bank-green-residential-buildings-methodology-assessment-document-cfp.htm>
- Csoknyai, T. – Hrabovszky-Horváth, S. – Georgiev, Z. – Jovanovic-Popovic, M. – Stankovic, B. – Villatoro, O. – Szendrő, G. (2016): *Building stock characteristics and energy performance of residential buildings in Eastern-European countries*. Energy and Buildings 132: 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.062>
- Csoknyai Tamás (2022): *A magyarországi lakóépület-állomány energetikai modellezése épülettípusológiai alapú modellezéssel*. Magyar Épületgépészet, 71(6): 1–9.
- Ertl Antal – Horváth Áron – Mónus Gergely – Sáfián Fanni – Székely Judit (2021): *Az energetikai jellemzők és az ingatlanárak kapcsolata*. Statisztikai Szemle, 99 (10): 923–953. <https://doi.org/10.20311/stat2021.10.hu0923>
- Eurostat (2017): *Technical manual on Owner-Occupied Housing and House Price Indices*. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/7590317/0/Technical-Manual-OOH-HPI-2017/>
- Florio P. – Teissier, O. (2015): *Estimation of the Energy Performance Certificate of a housing stock characterised via qualitative variables through a typology-based approach model: A fuel poverty evaluation tool*. Energy and Buildings, 89: 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.12.024>
- Hajnal Gábor – Palicz Alexandr Maxim – Winkler Sándor (2022): *Az energetikai minősítés hatása a kínálati lakásokra és hitelkamatokra*. Hitelintézet Szemle, 21(4): 29–56. <https://doi.org/10.25201/HSZ.21.4.29>

- Hettinga, S. – van 't Veer, R. – Boter, J. (2023): *Large scale energy labelling with models: The EU TABULA model versus machine learning with open data*. Energy, 264: 126175. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126175>
- ICSO (2019): *Domestic Building Energy Ratings. Quarter 2 2019*. Irish Central Statistical Office. <https://www.cso.ie/en/releasesandpublications/er/dber/domesticbuildingenergyratingsquarter22019/>
- ITM (2020): *Hosszú Távú Felújítási Stratégia az (EU) 2018/844 számú irányelve alapján a 2021–2027 közötti kohéziós célú támogatások kifizetését lehetővé tevő feljogosító feltételek teljesítése céljából*. Innovációs és Technológiai Minisztérium. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-07/hu_2020_ltrs_0.pdf
- Jyske Realkredit (2022): *Top 15% energy-efficient buildings under the EU taxonomy*. February. https://jyskerealkredit.com/wps/wcm/connect/brf_com/dc9262ca-6015-40db-ba4d-b29b5d49f5c4/Energieeffektive+bygninger+Top-15%25+UK.pdf?MOD=AJPERES
- Kain, J. – Quigley, J. (1970): *Measuring the Value of Housing Quality*. Journal of the American Statistical Association, 65(330): 532–548. <https://doi.org/10.2307/2284565>
- Kovács Viktória Barbara – Szilágyi Artúr – Csoknyai Tamás (2021): *EU taxonómia az épületenergetikában*. MNB-BME együttműködés, Zöld Pénzügyek, Zöld Gazdaság Műhely. http://mnbprogram.bme.hu/wp-content/uploads/2021/10/2_2_1_Tanulmany_EU-taxonomia_az_epuletenergetikaban.pdf
- KSH (2016): *Miben élünk? A 2015. évi lakásfelmérés főbb eredményei*. Központi Statisztikai Hivatal. https://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=171574&p_temakor_kod=KSH&p_lang=HU
- KSH (2017): *Mikrocenzus 2016 – 2. A népesség és a lakások jellemzői*. Központi Statisztikai Hivatal. https://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=840733&p_temakor_kod=KSH&p_lang=HU
- KSH (2018): *Mikrocenzus 2016 – 7. Lakáskörülmények*. Központi Statisztikai Hivatal. https://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=1033078&p_temakor_kod=KSH&p_lang=HU
- KSH (2023): *Lakáspiaci árak, lakásárindex, 2022. IV. negyedév*. Központi Statisztikai Hivatal. https://www.ksh.hu/apps/shop.kiadvany?p_kiadvany_id=1079158&p_temakor_kod=KSH&p_lang=HU
- Multiconsult (2021): *Green Norwegian Buildings*. <https://www.sparebank1.no/content/dam/SB1/bank/helgeland/vedlegg/Investor/obligasjonslan/Report-Green-Buildings-SpareBank-1-Helgeland.pdf>

- Nidasio, R. – Panvini, A. – Piantoni, E. (2022): *Percentage distribution of primary energy (Ep) values in the Italian national building stock*. CTI Energia e Ambiente. <https://energyefficientmortgages.eu/wp-content/uploads/2022/12/Percentage-distribution-of-primary-energy-Ep-values-in-the-Italian-national-building-stock-1.pdf>
- Ritter Renátó (2021): *Van eszköz a magyarországi ingatlanok energetikai állapotának javítására. Úton a minősített zöld jelzáloglevél felé*. Szakmai cikk, Magyar Nemzeti Bank. <https://www.mnb.hu/letoltes/21-03-02-ritter-renato-a-magyarorszag-i-ingatlanallomany-energetikai-allapota.pdf>
- Ritter Renátó (2022): *Az energiafüggetlenség kulcsa a hazai ingatlanok energiahatékonyágának növelése*. Szakmai cikk, Magyar Nemzeti Bank. <https://www.mnb.hu/letoltes/ritter-renato-az-energiafuggetlenseg-kulcsa-a-hazai-ingatlanok-energiahatekonysaganak-novelese.pdf>
- Sági Judit (2020): *Zöldkötvények kibocsátásának egyes kérdései, a környezeti célokkal összefüggésben*. Polgári Szemle, 16(4–6): 270–278. <https://doi.org/10.24307/psz.2020.1019>
- Sun, Y. – Haghighat, F. – Fung, B.C.M. (2020): *A review of the-state-of-the-art in data-driven approaches for building energy prediction*. Energy and Building, 221: 110022. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110022>

Mellékletek

1. Melléklet: A Mikrocenzus 2016 felvétel lakáskérdőíve

Az elektronikus Lakáskérdőíven található kérdések és válaszlehetőségek

A lakás pontos címe

1. Mi az épület típusa?

- családi ház, 1–3 lakásos lakóépület
- négy- vagy többlakásos lakóépület
- üdülőépület
- nem lakóépület (pl. közintézmény, irodaház, gyárépület)

2. Mi a lakóegység típusa?

- lakás (a családi ház is)
- üdülő
- egyéb (pl. üzlethelyiség, lakókocsi)

3. Mikor épült a lakás?

- 1919 előtt
- 1919–1945
- 1946–1960
- 1961–1970
- 1971–1980
- 1981–1990
- 1991–2000
- 2001–2011
- 2012-ben vagy később
- nem tudja

4. Miből épült a lakás?

- téglá, kő, kézi falazóelem
- közép- vagy nagyblokk, öntött beton
- panel
- fa
- vályog, sár, stb., alapozással
- vályog, sár, stb., alapozás nélkül
- egyéb
- nem tudja

5. Hogyan használják a lakást?

- életvitelszerűen, otthonukként használják
- csak ideiglenesen vagy másodlagosan lakják
- más célra (pl. irodaként, orvosi rendelőként) használják
- üres lakás, a lakásnak nincs lakója

6. A lakás tulajdonosa:

- magyar állampolgárságú magánszemély(ek)
- külföldi állampolgárságú magánszemély(ek)
- települési önkormányzat
- más intézmény, szervezet (pl. vállalat, vállalkozás, egyház)

7. Mekkora a lakás alapterülete?

*Ne számítsa bele a pincét, a padlást, a garázst, a nyitott erkélyt, a nyitott teraszt!
Ha a lakás többszintes, valamennyi szintjét vegye figyelembe!*

...m²

8. A lakás helyiségei:

A többcélú helyiségeket ossza meg használat szerint (pl. az amerikai konyhás helyiséget konyhára és szobára).

- 8.1. szoba, ami 12 m²-nél nagyobb (pl. nappali, háló, ebédlő) ... db
- 8.2. szoba, ami 12 m² vagy kisebb (pl. nappali, háló, ebédlő) ... db
- 8.3. konyha, ami 4 m²-es vagy nagyobb ... db
- 8.4. konyha, főzőfülke, ami 4 m²-nél kisebb ... db
- 8.5. fürdőszoba ... db
- 8.6. vízöblítéses WC (fürdőszobában vagy külön helyiségben) ... db

9. Hogyan történik a lakás

9.1. vízellátása?

- hálózati, közüzemi vízvezetékéből
- házi vízvezetékéből (pl. kútból szivattyúval)
- nincs vezetékes víz a lakásban

9.2. melegvízzel való ellátása?

- távvezetékéből
- bojlerből, kazánból, vízmelegítőből, egyéb módon
- nincs meleg folyóvíz

10. Hova vezetik a szennyvizet a lakásból?

- közcsontrába
- házi csatornába (emésztőbe, zárt tárolóba, szikkasztóba)
- egyéb helyre vagy nincs szennyvízelvezetés

11. Hogyan fűtenek?

- helyiségenként konvektorral, kályhával, más eszközzel
- egy lakást fűtő (központi, cirkó) kazánnal, más eszközzel
- több lakást fűtő kazánnal, más eszközzel
- távfűtéssel (távvezetékekkel hőközpontból)
- nincs fűtési lehetőség

12. Mivel fűtenek? (Két választ is adhat)

- hálózati (vezetékes) gázzal
- tartályos PB-gázzal
- palackos PB-gázzal
- fával
- szénnel
- villannyal
- fűtőolajjal
- megújuló energiaforrással, mégpedig: ...
- egyéb fűtőanyaggal, mégpedig: ...

13. Az elmúlt 10 évben milyen karbantartási, felújítási, korszerűsítési munkálatokat végeztek a lakásban?

Többlakásos épület esetén az épületen végzett hőszigetelési, tatarozási munkákat is vegye figyelembe!

- 13.1. belső festés, mázolás, tapétázás: igen/nem
- 13.2. burkolatok cseréje, javítása: igen/nem
- 13.3. hőszigetelés (pl. falak, földem, padló hőszigetelése): igen/nem
- 13.4. külső tatarozás (pl. festés, meszelés): igen/nem
- 13.5. új mérőórák felszerelése (a cserét ne vegye figyelembe): igen/nem
- 13.6. gépészeti berendezések cseréje (pl. radiátor, villanybojler, klíma): igen/nem
- 13.7. klíma felszerelése: igen/nem
- 13.8. közművek kiépítése (pl. gáz, csatorna bevezetése): igen/nem
- 13.9. újabb helyiségek kialakítása (pl. fürdőszoba kialakítása, a lakás szobaszámának, területének bővítése, tetőtér beépítés): igen/nem
- 13.10. nyílászárócsere: igen/nem
- 13.11. egyéb felújítási munkákat végeztek a lakásban, mégpedig: ...

2. Melléklet**Az OLS-regressziós becslés eredményei**

Magyarázott változó: Fajlagos energiaigény az energetikai tanúsítványban

	Családi ház		Társasház	
	Együttható	Standard hiba	Együttható	Standard hiba
Konstans	462,072***	1,842	433,484***	3,486
Pest megye	-4,938***	0,699	-17,542***	1,014
Budapest	-33,199***	1,020	-27,720***	1,530
Közép-Dunántúl	-3,795***	0,746	-9,029***	0,759
Nyugat-Dunántúl	-14,608***	0,716	-6,188***	0,762
Dél-Dunántúl	-22,252***	0,763	-24,679***	0,780
Észak-Alföld	3,676***	0,693	1,577**	0,689
Dél-Alföld	-10,217***	0,702	-6,931***	0,751
Gázfűtés	-4,047***	0,426	-5,062***	0,900
1920–1945 között épült	10,029***	1,303	-0,748	1,039
1946–1960 között épült	16,039***	1,249	-24,511***	1,092
1961–1970 között épült	10,027***	1,256	-40,108***	0,928
1971–1980 között épült	-0,864	1,322	-55,087***	0,865
1981–1990 között épült	-56,754***	1,378	-50,903***	0,941
1991–2000 között épült	-116,697***	1,460	-96,681***	1,170
2001–2011 között épült	-175,683***	1,417	-123,356***	0,941
2012–2016 között épült	-195,378***	3,023	-129,133***	3,791
2016 után épült	-227,622***	1,265	-161,130***	1,006
1919 előtt épült, felújított	-28,045***	2,381	-0,406	1,551
1920–1945 között épült, felújított	-41,298***	2,255	-8,169***	1,548
1946–1960 között épült, felújított	-25,855***	2,231	-28,685***	1,230
1961–1970 között épült, felújított	-46,569***	2,256	-16,455***	1,066
1971–1980 között épült, felújított	-21,577***	2,283	-17,909***	1,165
1981–1990 között épült, felújított	-0,363	2,389	18,856***	1,998
1991–2000 között épült, felújított	34,518***	2,452	20,296***	1,904
2001–2011 között épült, felújított	23,898***	4,876	166,359***	9,697
Beton falazat	-1,041	0,898	-6,310***	0,552
Egyéb falazat	2,752***	0,512	1,999	1,507
Panel	-89,733***	4,162	-20,631***	0,561
Cirkófűtés	-39,615***	0,460	-29,993***	0,515
Épület egyedi kazánfűtés	-64,345***	1,227	-43,190***	0,629
Távfűtés	-49,669***	2,459	-58,655***	1,035
Melegvíz távvezeték	-16,304***	2,471	-87,709***	3,144

2. Melléklet

Az OLS-regressziós becslés eredményei

Magyarázott változó: Fajlagos energiaigény az energetikai tanúsítványban

	Családi ház		Társasház	
	Együttható	Standard hiba	Együttható	Standard hiba
Melegvíz	23,250***	1,024	-90,057***	3,104
A lakás alapterülete	-0,538***	0,012	-0,379***	0,012
Alapterület négyzete	0,001***	0,000	0,001***	0,000
Régióközpont (Debrecen, Pécs, Szeged, Győr, Miskolc)	-24,567***	0,844	-21,186***	1,434
Megyei jogú város (nem régióközpont)	-20,168***	0,682	-16,357***	1,419
Város	-8,629***	0,420	-8,269***	1,412
Felújított	-27,416***	2,042	-6,680***	0,917
Klíma	-25,318***	0,587	-2,959***	0,404
Hőszivattyú	-24,445***	1,530	-26,355***	1,523
Központi szellőzés	-3,054**	1,239	3,511***	0,887
Napkollektor	-0,141	3,503	13,538***	2,884
Megújuló fűtőanyag (napenergia, geotermikus, egyéb)	-31,003***	2,628	-28,681***	2,243
5MFt adóalap felettiek aránya a településen	-1,091***	0,088	0,227**	0,104
Egy főre jutó adóalap a településen	-0,002	0,001	-0,006***	0,002

Megjegyzés: Szignifikanciaszintek: ***: 1%, **: 5%, *: 10%

Forrás: Az összekapcsolt adatbázis alapján számítva