



Területi Statisztika

Közzététel: 2025. szeptember 30.

A tanulmány címe:

A lakossági fűtési célú energiafelhasználás térbeli mintázata Magyarországon

Szerzők:

Tóth Géza–Szép Tekla–LaBelle Michael Carnegie

<https://doi.org/10.15196/TS650501>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Területi Statisztika c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány, vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

- 1) A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
- 2) A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
- 3) A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
- 4) A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
- 5) A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
- 6) A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„Forrás: Területi Statisztika c. folyóirat 65. évfolyam 5. számában megjelent, Tóth Géza–Szép Tekla–LaBelle Michael Carnegie által írt, A lakossági fűtési célú energiafelhasználás térbeli mintázata Magyarországon c. tanulmány”

- 7) A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH, vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.



A lakossági fűtési célú energiafelhasználás térbeli mintázata Magyarországon

Spatial pattern of residential heating energy consumption in Hungary

Tóth, Géza

Miskolci Egyetem
E-mail: geza.toth@ksh.hu

Szép, Tekla

Miskolci Egyetem
E-mail: regtekla@uni-miskolc.hu

LaBelle, Michael Carnegie

Central European University,
Department of Environmental
Sciences and Policy
Bécs, Ausztria
E-mail: Labellem@ceu.edu

Az energiaátmenet olyan komplex, többdimenziós, nemlineáris folyamat, mely energetikai szempontból új térbeli minták kialakulásához vezet. A megújuló energiaforrásokra alapozott fűtési megoldások, technológiák elterjedése és ezáltal az energiamix változása nem egyenletes, hanem területenként változó. Nemcsak a háztartások, hanem alacsonyabb területi szintek, települések is hozzárendelhetők az energialétra egy-egy fokához. Az alternatív fűtési módok elterjedését számos társadalmi, gazdasági, politikai, földrajzi tényező befolyásolja, gyorsítva vagy lassítva azt. Jelen tanulmány a lakossági fűtési célú energiafelhasználás térbeli összefüggéseit vizsgálja Magyarországon a 2022. évi népszámlálási adatok alapján, egy négyzetkilométeres rácsháló (grid) mentén, elsősorban a hagyományos tüzelőanyagokra (háztartási hulladék, szén, lignit, tűzifa) és az alternatív fűtési módokra (napkollektor, napmeleg rendszerek és hőszivattyú) fókuszálva. Elméleti szempontból a tanulmány kibővíti az energialétra és a tüzelőanyag-halmozás elméletét, valamint hozzájárul a fosszilis alapú lakossági fűtési energia tiszta energiával való kiváltásának és ezzel összefüggésben az alternatív fűtési technológiák elterjedésének megértéséhez. A szerzők globális és lokális Moran I-t alkalmaznak a térbeli autokorreláció tesztelésére, a különböző tüzelőanyagok forró- és hidegpontjainak azonosítására, valamint a gridek klaszterezésére. Az eredmények azt mutatják, hogy a társadalmi-gazdasági mutatókon túlmenően a térbeli elhelyezkedés

Kulcsszavak:
energialétra,
hőszivattyú,
napelem,
tűzifa,
térökonometria

is jelentős hatással van a háztartások energiafelhasználására, és a hasonló energiamixszel rendelkező háztartások térben koncentrálnak. Az elemzés alapjául szolgáló területi egységek – a háztartásokhoz hasonlóan – az energialétra különböző szintjein helyezkednek el. Ezek az eredmények megerősítik, hogy az igazságos energetikai átmenet érdekében területileg koncentrált és decentralizált energiapolitikára van szükség.

The energy transition is a complex, multi-dimensional, non-linear process that results in new spatial patterns of the energy systems. The diffusion of modern and low-carbon heating solutions and technologies, and thus the change in the energy mix, is not uniform and varies from area to area. Not only households but also lower territorial levels and municipalities can be assigned to a particular level of the energy mix. Many social, economic, political and geographical factors influence the uptake of alternative heating technologies, either accelerating or slowing it down. In this study, the authors investigate the spatial context of residential energy use for heating in Hungary based on 2022 census data along one km² grid cells, focusing on traditional fuels (i.e. household waste, coal, lignite, firewood) and alternative heating (i.e. solar collectors, solar PV systems and heat pumps). From a theoretical point of view, the study extends the theory of energy ladder and energy stacking theory and contributes to the understanding of the substitution of fossil-based domestic heating energy by clean energy and, in this context, the diffusion of alternative heating technologies. Global and local Moran I is applied to test spatial autocorrelation, to identify hot and cold spots for different fuels, and to cluster the grid cells. The results show that in addition to socio-economic variables, spatial

Keywords:
energy ladder,
heat pump,
solar PV,
firewood,
spatial econometrics

location has a significant impact on household energy use, and households with similar energy mixes are spatially concentrated. The grid cells are located at different levels of the energy ladder, similar to households. These results confirm the need for spatially concentrated and decentralized energy policy for a just energy transition.

Beküldve: 2025. január 3.

Elfogadva: 2025. február 7.

Bevezetés

Az energiaátmenet komplex, többdimenziós, nem egyirányú, rendkívül összetett térbeli folyamat, mely a fosszilis tüzelőanyagoktól való eltávolodást és a nulla széndioxid-kibocsátású technológiák felé való elmozdulást jelenti. Társadalmi csoportonként, területenként eltérő sebességet mutat, mely egyúttal az új technológiák és társadalmi gyakorlatok elterjedésében tapasztalható regionális társadalmi és gazdasági egyenlőtlenségekre is rávilágít (Bouzarovski–Tirado Herrero 2017, Fouquet 2016, Rogers 1995, Sovacool–Geels 2016).

Jelen tanulmányunkban három elméletre (energialétra, tüzelőanyag-halmozás és technológiai elterjedés) támaszkodunk a lakossági fűtési célú energiafelhasználás, illetve az ezekhez kapcsolódó technológiák települések közötti elterjedésének magyarázata során. Először is, az energialétra elmélete segítségével mutatjuk be azt, hogy a háztartások hogyan váltanak magasabb minőségű energiaforrásokra a jövedelmi helyzetük javulásával, kitérve az energiaforrások minőségét meghatározó tényezőkre. Rávilágítunk az elmélet korlátaira, amelyeket így a tüzelőanyag-halmozással pontosítunk. Annak magyarázatához, hogy ki alkalmazza az innovatív gyakorlatokat és technológiákat, azaz „ki lép feljebb az energialétrán”, meg kell érteni, hogyan terjed a technológia és az innováció a közösségekben és a közösségek között. Bemutatjuk, hogy a települések közötti szomszédsági hatások, térbeli kapcsolatok milyen hatással vannak az energiaforrások és a fűtési technológiák választására, továbbá a modernebb, alacsony karbonintenzitású megoldások elterjedésére. Fő célunk a hagyományos tüzelőanyagok (szén és lignit, fa vagy egyéb), valamint az alternatív fűtési módok (hőszivattyús fűtőberendezés, napkollektor, napelem) térbeli függőségének elemzése a településinél alacsonyabb területi szinten, egy négyzetkilométeres rácsháló mentén. A területi autokorreláció mérése után a gridek térbeli klasztereit határozzuk meg. Feltételezzük, hogy a háztartási szektorban az energiaátmenet pozitív elmozdulást jelent a jobb minőségű energiaforrások felé, azaz feljebb lépést az energialétrán. Értelmezésünk szerint ezek a klaszterek mindegyike az energiaátmenet egy-egy lépcsőfokának felel meg, jelezve az energiaátmenetben lemaradókat és élenjárókat.

Két kutatási kérdést fogalmazunk meg:

RQ1: Hogyan befolyásolja a földrajzi elhelyezkedés és a térszerkezet a fűtési célú energiaforrások és technológiák kiválasztását?

RQ2: Hogyan befolyásolják a társadalmi struktúrák a fűtési célú energiaforrások és technológiák kiválasztását?

Itt jegyezzük meg, hogy az első kutatási kérdés hasonlóan jelenik meg Csontos et al. (2024) tanulmányában, amikor is a szerzők szintén a térbeli szempontok fűtési energiamixre gyakorolt hatását vizsgálják, kiemelt figyelmet fordítva a szilárd tüzelőanyagok lakossági felhasználására. Kutatásuk fókuszában Bükkalja 20 települése áll. A települések energiaellátásának megtervezéséhez, az adottságokhoz legjobban illeszkedő fűtési rendszerek kialakításához általában hőtérképet készítenek.

A kérdések alapján három hipotézist állítunk fel annak kimutatására, hogy a térbeli kapcsolatok szerepet játszanak-e az energiamixben, illetve az alternatív fűtési módok átvételében és elterjedésében:

H1: A társadalmi-gazdasági mutatók mellett a térbeli elhelyezkedés is jelentős hatással van a háztartások energiafelhasználására.

H2: A hasonló energiaszerkezettel rendelkező háztartások térben koncentrálnak.

H3: Az alacsonyabb területi szintek – hasonlóan a háztartásokhoz – az energialétra különböző szintjein helyezkednek el.

A továbbiakban bemutatjuk az energialétra, a tüzelőanyag-halmozás és a technológiai elterjedés elméletének fogalmi kereteit. Ezután ismertetjük a felhasznált adatokat és az alkalmazott térökonometriai módszert. Az azt követő fejezetben pedig beszámolunk az elemzés eredményeiről, majd következtetéseket, valamint a klímatervvvel és az energiapolitikával kapcsolatos észrevételeket, javaslatokat fogalmazunk meg.

Szakirodalmi áttekintés

Energialétra és tüzelőanyag-halmozás elmélete

A különböző elsődleges és másodlagos energiahordozók minősége számos fizikai és gazdasági tényező/változótól függ. Az előbbiekre példa a fizikai szükségesség, az energiatartalom, a hatásfok, az égés tisztasága, a felszabaduló gázok fajtája és mennyisége (Stern 2010). Utóbbiak közé tartoznak az energiaárak és az átalakítás költségei, melyeket még kiegészít a helyettesítés és a felhasználás rugalmassága. Mindezeket figyelembe véve a villamos energia a legmagasabb minőségű energiaforrás, nemcsak biztonsága, tisztasága és magas hatásfoka miatt, hanem azért is, mert egyedüli forrásként az összes főbb háztartási tevékenységre (fűtés, hűtés, vízmelegítés, főzés, világítás, elektromos készülékek és egyéb) alkalmazható. Ezzel szemben a szilárd tüzelőanyagok (főként a háztartási hulladék és az elsődleges szilárd biomassa) a legalacsonyabb minőségű energiaforrások.

Az energialétra elmélete nemcsak az energiaforrásokat rendezi minőségi szintjük szerint, hanem figyelembe veszi a felhasználók jövedelmi helyzetét is. A lakossági fűtési és vízmelegítési célú energiafelhasználás alakulását egy lineáris és egyirányú fejlődési pályaként ábrázolja, melynek során a háztartások jövedelmi helyzetük javulásával az alacsonyabb minőségű energiaforrásokról a megújuló energiaforrások és az azok használatát lehetővé tevő technológiák használatára térnek át (Han et al. 2018, Wang et al. 2019). Ez az elmélet feltételezi, hogy a jövedelem növekedésével az egyének nemcsak többet fogyasztanak, hanem egyben jobb minőségű javakat is, illetve a háztartások egy háztartási tevékenységhez egy energiaforrást használnak (vagyis kizárják az energiaforrások párhuzamos alkalmazását).

Az energialétra elméletének több korlátja van. Először is, nem veszi figyelembe azt, hogy a háztartások energiamixét nemcsak a jövedelmi helyzet befolyásolja, hanem több más tényező is (például az energia ára, iskolai végzettség, energia- és környezet-tudatosság, biztonság, lakóhely – vidéki vs. városias térség, kulturális tényezők, épület állapota). Másodszor pedig maguk a fűtőberendezések is gyakran lehetővé teszik többféle tüzelőanyag egyidejű használatát (vegyes tüzelésű kazánok, szén és fa), illetve egyszerre akár többféle technológia (eszköz, berendezés) is rendelkezésre állhat (például gázkazán és hűtő-fűtő klíma). Ez a kettősség hozzájárulhat ahhoz, hogy a fogyasztók többféle erőforrást és technológiát használjanak meghatározott célokra. Az energialétra elmélete tehát egy felfelé haladó lépcsőfokot feltételez, a párhuzamos használat korlátozott elismerésével.

A Függelék F1. ábra a magyar háztartásokban fűtésre használt tipikus energiaforrásokat mutatja be.

A tüzelőanyag-halmaz elmélete már árnyaltabb megközelítése a lakossági szektor energiafelhasználásának. Feltételezi, hogy a háztartások csak részben térnek át más, tisztább energiaforrásokra, sok esetben megtartják a régebbi (és szennyezőbb) tüzelőanyagokat. Vagyis a háztartások sok esetben nem mondanak le a gyengébb minőségű energiaforrásokról, jellemző a párhuzamos használat. Ennek három okát különböztethetjük meg: 1) a modern, megújuló energiaforrások és az azok használatát lehetővé tevő technológiák magas költsége; 2) a hagyományos tüzelőanyagok ismerete (például főzés vagy fűtés); 3) az egy energiahordozótól való függőség elkerülése – az ellátás biztonsága (Yadav et al. 2021: 493. o.). A többféle energiahordozó egyidejű használatának, tartalékolásának lehetőségei miatt az energiaátmenet sokkal lassabb lehet, mint ahogyan azt az energialétra elmélete magyarázná. Tehát a háztartások energiafelhasználása inkább tekinthető egy oda-vissza irányú folyamatnak, mely során a lakosok a legtöbbször megtartják az alacsonyabb minőségű energiaforrásokat (, illetve az ezekhez kapcsolódó technológiát), és a modernebb energiaforrásokat vagy technológiákat fokozatosan, óvatosan vezetnek be.

Mindkét elmélet erőteljes korlátja, hogy keverednek bennük az energiaforrások és az azok használatát lehetővé tevő technológiák. Nem veszik figyelembe ez utóbbi, vagyis a technológia elterjedését.

Technológiai elterjedés – avagy a létra kapaszkodója

Az elterjedés bemutatása során a földrajztudósok megközelítését alkalmazzuk, mely az elfogadásra, a piacra és az infrastruktúrára fókuszál (Gerdesics–Pavluska 2013). Figyelembe veszi a tér szerepét, az „diffúzió hullámként mozog a forrástól számított közeli, majd a távolabbi helyek felé” (Gerdesics–Pavluska 2013: 6. o.). „A diffúzió során nemcsak egy technológia, hanem az előállításához és használatához szükséges tudás is terjed” (Kovács 2004: 62. o.).

Az energiaátmenet nem más, mint tiszta és hatékony energiatechnológiák széles körben történő elterjedése. Ha az ipari forradalmakat vesszük, akkor korábban körülbelül 50 évre volt szükség ahhoz, hogy egy új energiaforrás és a kapcsolódó technológia elterjedjen, uralkodóvá váljon (Fouquet 2016: 7. o.). Ez a szemlélet azonban a gazdasági ágazatokon átívelő, nagy rendszerekre vonatkozó megközelítést helyezi előtérbe. Sovacool–Geels (2016: 235. o.) rámutatnak arra, hogy az átállást érdemes alacsonyabb szinten vizsgálni, egy-egy ágazatban vagy alacsonyabb területi szinten. Ezek a koncentráltabb elemzések feltárhatnak olyan összefüggéseket, amelyek hiányoznak az energiaátmenet nemzetközi elemzéséből.

Az új, karbonsemleges (vagy legalább alacsony karbonintenzitású) energiatechnológiák elterjedésének ütemét a kormányok és a közösségek társadalmi-gazdasági kölcsönhatása befolyásolja. A technológiai elterjedés elmélete szerint az új technológiai megoldások használata a termelés, a társadalmi tudás és elfogadás függvénye, valamint az a sebesség (idő), amellyel „beépül egy adott társadalmi-gazdasági környezetbe” (Grubler 1996: 22. o.). A technológiai elterjedés együtt jár a társadalmi gyakorlatok megváltozásával és a technológiai klaszterek kialakulásával (Rogers 1995). Jelen tanulmány olyan klaszterek meghatározására irányul, melyek kialakulása a társadalmi gyakorlatok, a technológiai elterjedés és a kapcsolódó energiaforrások függvénye. Az energialétra két végén elhelyezkedő energiaforrásokra koncentrálunk, és az azokat használó társadalmi csoportokra (az alacsony minőségű, hagyományos tüzelőanyagokat használó sérülékeny háztartásokra, valamint az alternatív fűtési megoldásokra átálló korai alkalmazókra).

Az energialétra két vége – hagyományos tüzelőanyagok és alternatív fűtési technológiák

Hagyományos tüzelőanyagok

A hagyományos tüzelőanyagokat tekintve a szilárd biomassza használata a legjelentősebb, mely talán az egyik legtöbbet vitatott és legellentmondásosabb megújuló energiaforrás. Míg a szilárd biomassza (ami jellemzően tűzifát jelent, vagy ennek feldolgozott változatait, mint például a pelletet) részaránya a megújuló energiafelhasználásban az Európai Unióban (EU) 38,2, addig ez Magyarországon 61,4% volt 2022-ben (1. táblázat). A legjelentősebb fogyasztóként a háztartások jelennek meg. Az EU-ban míg az elsődleges szilárd biomassza aránya a háztartások energiafelhasználásában

17,6% volt (Magyarországon 22,8%) 2022-ben, addig a fűtés tekintetében ugyanezen arányok az EU-ban 25,6 és Magyarországon 30,2% (Eurostat 2024). A szilárd biomassza ilyen mértékű felhasználása problémákkal jár együtt, ugyanis csak feltételesen megújuló energiaforrásoknak tekinthető, fenntarthatósága és karbonsemlegessége pedig kérdéses (Cutz et al. 2017, Yadav et al. 2021). Itt jegyezzük meg, hogy felhasználását elsősorban az energiaárak befolyásolják, a földgáz és a szilárd biomassza kapcsolatában erős helyettesítő hatás figyelhető meg (EÜM 2024).

1. táblázat

A különböző energiaforrások részaránya a megújulóenergia-felhasználásban az EU27-ben és Magyarországon, 2022

Share of different energy sources in renewable energy consumption in the EU-27 and Hungary, 2022

	(%)	
Megújuló energiaforrások	EU27	Magyarország
Fenntartható, elsődleges szilárd biomassza	38,20	61,40
Napenergia	7,79	14,20
Fenntartható bioüzemanyag	7,59	10,50
Geotermikus energia	0,66	5,40
Hőenergia (hőszivattyú)	7,30	2,70
Szélenergia	16,39	1,90
Megújuló települési hulladék	2,51	1,70
Fenntartható biogáz	4,07	0,90
Napkollektorok (hőenergia)	1,37	0,60
Vízenergia	13,07	0,70
Egyéb (hullámenergia, faszén, megújuló energiaforrásra épülő hűtés, fenntartható bioüzemanyagok)	1,14	0,00

Forrás: Eurostat (2024).

Nemcsak a szilárd biomassza, hanem az egyéb szilárd tüzelőanyagok (például a szén, a lignit és a háztartási hulladék) használata is nehézségekbe ütközik, közülük a társadalom számára széles körben érzékelhetően az energia megfizethetőségével összefüggőek emelkednek ki. Az Eurostat (2024) adatai szerint 2022-ben a népesség 9,3%-a nem tudta kifűteni az otthonát, azaz 41,5 millió ember élt energiaszegénységben az EU-ban. Magyarországon a lakossági épületállomány alacsony energiahatékonysága és a háztartások alacsony jövedelmi szintje tovább rontja a helyzetet, megnehezítve az energiaszegénység hatékony mérséklését (Bouzarovski–Tirado Herrero 2017, Weiner–S. Szép 2020, Weiner–Szép 2022).

Magyarországon az épületek (egy négyzetméterre), illetve az egy főre jutó energiafelhasználásában jelentősek az egyenlőtlenségek. Az energiaszegénységben élő háztartások a legnagyobb elsődlegesenergia-felhasználók, ugyanis esetükben a legmagasabb az egy négyzetméterre jutó energiafogyasztás (Eurostat 2024). Ennek fő oka az alacsony energiahatékonyságú, rossz minőségű épületállomány és a felújítások – de különösen – a mélyfelújítások hiánya (Csoknyai 2024, Kerekes et al. 2023). A 2013–2014-ben bevezetett rezsicsökkentési program az energiahatékonysági beruházások szempontjából hátrányosnak tekinthető, még akkor is, ha szükségszerűsége

átmenetileg indokolható volt. 2023 nyarán a hatóságiár-plafont részlegesen kivették a programból, de annak piactorzító hatása változatlanul fennáll. A program lelassította az energiaátmenetet, konzerválta a lakossági energiamixet, visszatartotta az energia-takarékossági és -hatékonysági beruházásokat, valamint jelentősen rontotta a megújuló energiaforrások versenyképességét (S. Szép 2017, Weiner–Szép 2020, 2021a, 2021b, 2022). Az európai energiaszegénységi index (European energy poverty index – EEPI) is a lakóépületek és a fűtési rendszerek korszerűsítésének hiányára hívja fel a figyelmet (OpenExp 2019), a rangsorban Magyarország az utolsó (28.) helyen állt az EU-ban 2019-ben. Egy másik index, az összetett energiaszegénységi index (composite energy poverty index – CEPI) kicsit jobban pozicionálja hazánkat, a 22. helyre sorolja 2020-ban (Kashour–Jaber 2024). Ezek a becslések minimum 0,8–1,0 millió főre teszik ma Magyarországon az energiaszegénységben élők számát, ezzel szemben a Nemzeti Energia- és Klímaterv 2024. évi aktualizált változata pedig 300 ezer főre (EÜM 2024).

Az alsó jövedelmi decilisekhez tartozók különösen sebezhetőek akár az energia-árak, akár a szabályozási környezet változásaival szemben, esetükben a fűtésienergia-szegénység kockázata is magas (Kelly et al. 2020). Jelenleg hazánkban a fűtés teszi ki a lakossági energiafelhasználás 69,79%-át, melyet a vízmelegítés, a világítás, az elektromos készülékek működtetése, illetve a főzés követ a sorban (2. táblázat).

2. táblázat

**A háztartások végső energiafelhasználása Magyarországon,
energiaforrás és felhasználási célok szerint, 2023**

Final energy consumption of households in Hungary,
according to energy source and usage goals, 2023

(%)

Megnevezés	Fűtés és hűtés	Használati meleg víz	Főzés	Világítás és elektromos készülékek	Összesen
Villamos energia	4,19	38,67	18,24	100,00	20,08
Táv hő	8,54	15,03	0,00	0,00	8,04
Földgáz	53,26	41,55	62,89	0,00	46,43
Szén és széntermékek	0,86	0,00	0,00	0,00	0,60
Kőolajtermékek	0,05	0,80	18,76	0,00	1,19
Megújuló energiaforrások	33,10	3,95	0,12	0,00	23,66
A háztartási tevékenységre fordított végső energiafelhasználás megoszlása	69,79	13,87	5,56	10,78	100,00

Forrás: MEKH (2024) adatai alapján saját szerkesztés.

Sok esetben a fűtés nem választás kérdése: olcsó, de szennyező energiaforrások jelentik az alternatívát (Karpinska–Śmiech 2021). A szilárd tüzelőanyagok felhasználása a legtöbb esetben sajnos csak ezek egyszerű égetését jelenti fűtés, vízmelegítés vagy főzés céljából. A legszegényebb háztartások esetében a nyílt tűzhely, vaskályha

használatra elterjedt, de az egyszerű és alacsony energiahatékonyságú lemezkályhák is gyakoriak. Ezen energiaforrás minősége – a hatalmas energiaveszteség miatt – nagyon alacsony. A nyílt tűzhelyek (például nyitott rendszerű kandalló) hatásfoka 5–10, a Magyarországon tipikusnak számító sparhelté (szilárd tüzelésű tűzhely) 45, a fatüzelésű kályháké 55, míg egy modern pellet kazáné 95% (Csontos et al. 2024, Han et al. 2018).

Bajomi et al. (2021) szerint a hagyományos tüzelőanyagokat használók gyakrabban ki vannak téve az energiaszegénység kockázatának, és sokkal sebezhetőbbek is. Ezek a tüzelőanyagok az energiaszegény (alacsony jövedelmi tizedhez tartozó) háztartások tipikus tüzelőanyagának számítanak. Az energiaszegénységnek leginkább kitett háztartások elsősorban a vidéki területeken élnek, és alacsony szintű elkölthető jövedelemmel rendelkeznek. Az ingatlanok (épületek) általában nagyon rossz állapotban vannak, alacsony energiahatékonyságúak. A tető sokszor beázik, penész és doh jellemzi őket. Sok esetben hiányoznak a nyílászárók, szigetelés nincs, általános az „enni vagy fűteni” választási kényszer (Kytka et al. 2019). Az itt élőknek általában alacsony az iskolai végzettségük, közöttük magas a funkcionális analfabéták aránya, nincs állandó jövedelmük (Bouzarovski–Petrova 2015). Jelentős pénzügyi és technikai segítség nélkül a tüzelőanyag-váltás egyszerűen nem valósítható meg.

Alternatív fűtési technológiák

Az energialétra másik végén a hőszivattyúkat, a napelemeket és a napkollektorokat találjuk, melyek villamos vagy hőenergia termelését teszik lehetővé háztartási méretben. Az energialétra elmélete (LaBelle et al. 2025) szerint a villamos energia a legmagasabb minőségű másodlagos energiahordozó nemcsak a biztonságos használat, tisztaság, egyéb fizikai jellemzők miatt, hanem azért is, mert ez az egyetlen olyan energiaforrás, amely az összes főbb háztartási tevékenységhez (fűtés, vízmelegítés, hűtés, világítás, elektromos készülékek működtetése) alkalmazható, vagyis rugalmas a felhasználása és a helyettesíthetősége (Hassan et al. 2024, Stern 2010).

Ezen rendszerek kiépítésének összköltsége évről évre csökken. Ma már a napelemes rendszerek – amelyek ma Magyarországon a legtipikusabb modern megújuló energiaforrást hasznosító technológiának tekinthetők – versenyképesek bármilyen fosszilis energiaforrásra épülő technológiával szemben (IEA 2024, IRENA 2023). Használatuk segít az energiaiimporttól való függőség csökkentésében, hozzájárulnak a klímaváltozás hatásainak mérsékléséhez (klímamitigáció), továbbá megvédik a fogyasztókat az energiaárak ingadozásától. Illeszkednek a World Energy Council (2024) által meghatározott három (energiabiztonság, környezeti fenntarthatóság és méltányosság) elvárás közötti kényszerű választáshoz.

Ezek a technológiai megoldások széles körben elérhetőek, társadalmi elfogadottságuk kiemelkedő (Marzouk et al. 2024), megfizethetőségük mellett a technológia egyéb társadalmi-gazdasági előnyei is vonzóvá teszik az alkalmazásukat a háztartások számára. A napelemes rendszerek esetében a prosumerré (termelővé [producer] és

fogyasztóvá [consumer]) váló háztartások sokkal tájékozottabbak lesznek energetikai kérdésekben, megváltoztatják és az okosmérők segítségével észszerűsítik energiafelhasználási szokásaikat, továbbá támogatóvá válnak a környezetvédelmi tevékenységekkel, mozgalmakkal kapcsolatban (Öhrlund et al. 2020). A napelemes rendszerek sok esetben az energiaszegénységre is megoldást kínálnak, de ennek feltétele a helyi közösségek bevonása a döntéshozatalba és a megvalósításba.

Adatok és módszertan

Adatok

A települési, vagy annál alacsonyabb területi szintű elemzéseket általában akadályozzák a korlátozottan elérhető adatok. A tanulmány megírásának időpontjában a 2022. évi népszámlálási adatok álltak rendelkezésre, így az elemzés ezekre épül. Célunk, hogy olyan mutatókat használjunk, amelyek megfelelnek a következő követelményeknek: 1) valamennyi településre vonatkozóan rendelkezésre állnak, 2) az elemzés más időszakokban is megismételhető, 3) biztosítják a kiválasztott területi egységek közötti összehasonlíthatóságot. A 3. táblázat a vizsgált indikátorok listáját tartalmazza.

3. táblázat

A felhasznált adatok listája

List of used data

Indikátor	Mértékegység	Forrás
Lakott lakások száma	darab	KSH (2022)
Használt fűtőanyag		
Fát mint fűtőanyagot használó lakott lakások száma		
Szenet és/vagy lignitet mint fűtőanyagot használó lakott lakások száma		
Egyéb fűtőanyagot használó lakott lakások száma		
Eszközellátottság		
Hőszivattyús fűtőberendezéssel ellátott lakott lakások száma		
Napelemmel ellátott lakott lakások száma		
Napkollektorral ellátott lakott lakások száma		

A hagyományos tüzelőanyagok használata azokat a lakott lakásokat jelenti, melyek a 2022. évi népszámlálás során válaszoltak arra a kérdésre, hogy „Mivel fűtenek” és a következő válaszlehetőségek közül legalább az egyiket bejelölték: a fával (tűzifa, fabrikett, fapellet, fahulladék); szénnel, lignittel; egyéb fűtőanyaggal, például fűtőolaj, szalmabála, egyéb növényi anyag. (A kérdőívben az egyéb lehetőségek a hálózati [vezetékes] gázzal; tartályos, palackos PB-gázzal; elektromos árammal voltak.) Az alternatív fűtési módokkal való eszközellátottság pedig azokat a lakott lakásokat jelenti, melyek a 2022. évi népszámlálás során válaszoltak arra a kérdésre, hogy „Az alábbi eszközök közül melyikkel rendelkezik a lakás?” és bejelölték a hőszivattyús fűtőberendezéssel; napelemmel (áramot termel); napkollektorral, szolárfűtéssel (hőt

termel) egyikét. (További válaszlehetőségek: vezetékes internettel [például kábellel, WiFi-vel, routerrel, antennával]; légkondicionálóval; egyikkel sem.)

A szén, a lignit, a tűzifa és a háztartási hulladék a legjellemzőbb az alacsony minőségű tüzelőanyagok közül; a napelem, a napkollektor és a hőszivattyúk a modern fűtési technológiákat képviselik. A könnyebb érthetőség kedvéért míg az előbbieket hagyományos tüzelőanyagoknak, addig az utóbbiakat alternatív fűtési módoknak nevezzük. Célunk Magyarország valamennyi lakott lakásának bevonása az elemzésbe. Korábbi tanulmányunkban (Labelle et al. 2025) a vizsgálatot települési szinten végeztük el, most viszont törekedtünk arra, hogy a települési szintnél mélyebb összefüggéseket is feltárjunk, így – mint azt korábban már jeleztük – egy négyzetkilométeres gridekkel dolgoztunk. Hazánk területét 91 892 grid fedi le. Ebből 30 237 területén található lakóingatlan, így ezek képezik vizsgálatunk területi egységeit.

Módszertan

Az elemzés célja a hagyományos fűtéssel és a megújuló technológiákkal rendelkező lakások arányának, térbeli eloszlásának vizsgálata, annak feltárása, hogy abban mutatkozik-e valamilyen szabályszerűség, térbeli mintázat, vagy inkább véletlenszerű eloszlású. A térbeli autokorreláció kutatási módszerét, amelyet a nemzetközi szakirodalomban gyakran a térbeli kapcsolatok lokális mutatóinak (local indicators of spatial association – LISA) neveznek, Anselin (1995) dolgozta ki. A térbeli autokorrelációs mutatókat széles körben alkalmazzák (lásd Bálint 2011, Kincses–Tóth 2011, Tóth 2003, Tóth–Kincses 2011). Jelen tanulmányban a Moran-féle I statisztikát használjuk (hasonlóan Tóth et al. [2024] munkájához) a térbeli függőség vizsgálatára, valamint a rossz minőségű tüzelőanyagok és a modern fűtési technológiák forró- és hidegpontjainak azonosítására. Mint minden területi autokorrelációs teszt, így a Moran-féle I is abból indul ki (vagyis az a nullhipotézise), hogy a mintában nincs térbeli függőség (dependencia). A Moran-féle I képlete a következő (Aritenang 2022, Duran–Karahasan 2022, Moran 1948, Thakur 2022) (1. képlet):

$$I = \frac{n}{2A} * \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

ahol n a települések száma, y_i az egyes településeken a megfelelő fűtési technológiával (hagyományos vagy megújuló) rendelkező lakások aránya, $\bar{y}$ a megfelelő fűtési technológiával (hagyományos vagy megújuló) rendelkező lakások arányának számtani átlaga, a szomszédsági kapcsolatok számát A jelöli, a δ_{ij} együttható értéke pedig 1, ha i és j szomszédosak, egyébként pedig 0 (Dusek 2004, Tóth et al. 2024).

Az adatok értelmezésénél fontos figyelembe venni, hogy a számított mutató a következő tartományokban és módon értelmezendő (ahol az $E(I)$: a Moran I várható értékét jelenti):

- $E(I) > -1/N-1$, pozitív térbeli autokorreláció,
- $E(I) = -1/N-1$, nincs térbeli autokorreláció,
- $E(I) < -1/N-1$, negatív térbeli autokorreláció.

Előfordulhat, hogy globálisan (azaz egy nagy területi egységen belül) nincs térbeli autokorreláció, de lokálisan igen. Ennek vizsgálatára Anselin (1995) a Moran-féle I bevezetésével létrehozta a területi autokorreláció számszerűsítésére és térbeli megjelenítésére azóta is az egyik leggyakrabban használatos módszert, a Local Moran I statisztikát. Getis–Ord (1996) jelölésével az I definíciója a következő (2. és 3. képlet):

$$I_i = \frac{(Z_i - \bar{Z})}{S_Z^2} * \sum_{j=1}^N [W_{ij} * (Z_j - \bar{Z})] \quad (2)$$

$$S_Z^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (Z_j - \bar{Z})^2}{n - 1} \quad (3)$$

ahol $\bar{Z}$ valamennyi egység átlaga, Z_i az i egység értéke, S_Z^2 valamennyi vizsgált egység z változójának szóródása, és W_{ij} az i és j egységek közötti távolsági súlytényező, amely W_{ij} szomszédsági mátrixból származik; és n egyenlő az egységek számával.

A szomszédsági mátrix megállapításánál az ún. távolság alapú szomszédságot vet-tük figyelembe, vagyis azon gridek szomszédosak, amelyek azon a minimális távol-ságon belül helyezkednek el egymáshoz viszonyítva, továbbá melyek biztosítják, hogy ezen távolságon belül nem lesz olyan, amelyik egyetlen másikkal sem a szomszédja. Ez a távolság 5,8 kilométer volt.

A negatív Local Moran I értékek negatív, a pozitívak pozitív autokorrelációt jelentenek. Ugyanakkor a függvény értékkészlete tágabb, mint a -1 ; $+1$ intervallum. A Local Moran-statisztika alkalmas arra, hogy kimutassa azokat a területeket, amelyek hasonlóak, illetve különbözőek a szomszédaihoz képest. Minél nagyobb a Local Moran I értéke, annál szorosabb a térbeli hasonlóság. Negatív érték esetén viszont megállapítható, hogy a változók térbeli eloszlása a véletlenszerűhöz közelít. A térbeli autokorreláció tehát a „térbeli véletlenszerűség hiányaként” határozható meg (Rey et al. 2023).

A Local Moran I számításokat települési szinten 2022-re vonatkozóan a hagyományos és a modern fűtési technológiával rendelkező lakások arányára végeztük el. A Local Moran-statisztika eredményeit összevetettük a kiindulási adatokkal annak érdekében, hogy megvizsgálhassuk, hogy a nagyfokú hasonlóságot vajon a változó magas vagy alacsony értékeinek koncentrációja okozza-e (Moran-szórásdiagramok). Első lépésként míg egy diagram vízszintes tengelyén a megfigyelési egységek standardizált értékeit, addig a függőleges tengelyen a hozzájuk tartozó standardizált Local Moran I értékeket (átlagos szomszéd értékei) szerepeltettük.

A szórásdiagram négy csoportba sorolja a településeket az adott síknegyedekben való elhelyezkedésük alapján:

- Klaszter 1: Magas–magas (MM): magas értékkel rendelkező területi egységek, ahol a szomszédság is magas értékkel rendelkezik.
- Klaszter 2: Magas–alacsony (MA): magas értékkel rendelkező területi egységek, amelyek szomszédsága alacsony értékkel rendelkezik.

- Klaszter 3: Alacsony–alacsony (AA): alacsony értékkel rendelkező területi egységek, ahol a szomszédság is alacsony értékkel rendelkezik.
- Klaszter 4: Alacsony–magas (AM): alacsony értékkel rendelkező területi egységek, amelyek szomszédsága magas értékkel rendelkezik.

A páratlan számmal jelölt csoportok pozitív, a párosak negatív autokorrelációt mutatnak.

A lokális területi autokorrelációs mutatók közül a Local Moran I választása igazán akkor célszerű, ha a térbelileg kiugró értékeket keressük. Megmutatja ugyanis egyrészt azt, hogy hol csoportosulnak a „magas–alacsony” értékek a térben (MM–AA), másrészt azt is, hol vannak azok a területi egységek, amelyek jelentősen különböznek a szomszédaiktól (MA–AM).

Eredmények

A hagyományos fűtéssel rendelkező lakások arányának globális, vagyis Magyarország összes lakott lakással rendelkező gridjére vonatkozó autokorrelációja: Moran I = 0,352. A megújuló fűtési technológiával rendelkező lakások esetén pedig Moran I = 0,053. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy mindkét jelenség külön-külön és együttesen is pozitív térbeli autokorrelációt mutat ($E(I) = -1/30237 - 1 = -0,0000331$), vagyis a hasonló értékek térbeli koncentrációja magasabb, mint az a természetes folyamatok következtében várható lenne. Tehát például magas arányú hagyományos fűtéssel rendelkező települések szomszédjában magas, alacsony arányszámú települések szomszédjában alacsony arányú települések vannak! A nullhipotézisünk, miszerint térbeli függőség nincs, így elvethető.

Ez azt is jelenti, hogy a szomszédos területek jellemzően hasonló szinten állnak az energiaranglétrán, megerősítve Bouzarovski–Tirado Herrero (2017) azon megállapítását, miszerint egy terület lakossági energiafelhasználásában jellemzően egy energiaforrás van túlnyomó többségben. Vagyis minden régiónak, tájegységnek megvan a maga jellegzetes tüzelőanyaga, amely uralkodó az energiamixben. Azon gridek szomszédságában, ahol egy bizonyos energiaforrás nagy arányban fordul elő, szintén olyan grideket találunk, ahol nagy arányban fordul elő ugyanez az energiaforrás. Ha pedig egy energiahordozó nem gyakori egy adott gridben, akkor a szomszédos gridben sem valószínű, hogy azt használják. A nullhipotézisünk, miszerint nincs területi függőség, elvethető.

Így a következő lépésben a térbeli mintázatot vizsgáljuk meg részletesebben (2. és 3. ábra). A hagyományos tüzelőanyagokkal fűtött lakások aránya országosan mintegy 33,9%. Nógrád, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Somogy és Tolna vármegyében arányuk az 50%-ot is meghaladja. Ezzel szemben a fővárosban arányuk csak 3% körüli. A Függelék F2. ábra szerint minél urbanizáltabb egy térség, annál kisebb arányban használnak hagyományos tüzelőanyagokat.

Az alternatív fűtési módokkal rendelkező lakások aránya országosan a lakott lakások 6,5%-a. Az országos átlag, és ennél magasabb Pest, Győr-Moson-Sopron, Fejér, Veszprém, Csongrád-Csanád, Baranya, Vas és Hajdú-Bihar vármegyében. Ezzel szemben a legkedvezőtlenebb helyzetben Nógrád vármegye van (Függelék F3. ábra).

A továbbiakban a hagyományos tüzelőanyaggal fűtő, illetve az alternatív fűtési móddal ellátott lakott lakások arányát együtt elemezzük, a területi autokorreláció kétváltozós Global Local Moran I. $I = -0,062$, tehát ebben az esetben is elvethető a nullhipotézis (Függelék F4. ábra). Ezen az ábrán a nem szignifikáns grideket – a könnyebb átláthatóság érdekében – nem ábrázoltuk. A klaszterek (magas–magas, alacsony–alacsony, alacsony–magas, magas–alacsony) elkülönítéséhez a következő címkéket alkalmazzuk:

1. magas alternatív és magas hagyományos klaszter: „duális gridek”,
2. alacsony alternatív és alacsony hagyományos klaszter: „átmenet gridjei”,
3. alacsony alternatív és magas hagyományos klaszter: „sérülékenyek”,
4. magas alternatív és alacsony hagyományos klaszter: „győztesek”.

1. Magas alternatív és magas hagyományos klaszter: „duális gridek”

A magas–magas klaszterbe tartozó gridek (alternatív fűtési móddal rendelkező lakások nagyobb arányával jellemezhető gridek, ahol a szomszédos gridekben a hagyományos tüzelőanyaggal fűtő lakások aránya magas értékkel rendelkezik) főként a Dunántúlon, Bács-Kiskun és Csongrád-Csanád vármegyében találhatóak. Ezek jellemzően aprófalvas, illetve tanyás térségek, melyet a panelépületek hiánya is igazol (ezek aránya mindössze 1,75%). Az alacsonyabb iskolai végzettségű és alacsonyabb jövedelmű, régebbi házakban (jellemzően vályogházakban) élő lakosság aránya (26,15%) magasabb az országos átlagnál (13,02%), ami a sérülékeny háztartások intenzívebb jelenlétére utal. Értelmezésünk szerint egy háztartás akkor sérülékeny, ha az az energiaszegénység elkerülésének egyetlen módja, hogy kompromisszumot kell kötnie az energiaszükségletei és más alapvető szükségletei kielégítése, a korábban említett „enni vagy fűteni” között (Stojilovska et al. 2023). Mind a hagyományos tüzelőanyagok (69,16%), illetve mind a modern technológiák (13,14%) jelenléte meghaladja az országos átlagot (33,88, illetve 6,53%) (4. táblázat). A klasztert kettősség jellemzi, ugyanis nagyon különböző minőségű energiaforrásokat használnak párhuzamosan.

4. táblázat

**A lakott lakások fűtőanyag és eszközellátottság szerinti aránya
az egyes klaszterekben és Magyarországon, 2022**

The proportion of inhabited dwellings by heating material and
equipment in each cluster in Hungary, 2022

(%)

Klaszterek	Fa	Szén, lignit	Egyéb	Hő- szivattyús fűtő- beren- dezés	Napelem	Nap- kollektor	Hagyó- mányos tüzelő- anyagok	Alternatív fűtési módok
Magas–magas	65,30	2,46	1,40	2,33	9,39	1,42	69,16	13,14
Alacsony–alacsony	13,24	0,62	0,52	1,23	2,37	0,35	14,38	3,95
Alacsony–magas	66,89	2,80	1,03	0,71	2,11	0,32	70,71	3,14
Magas–alacsony	23,63	0,68	0,81	3,60	8,70	1,67	25,13	13,98
Magyarország	31,84	1,30	0,74	1,69	4,13	0,71	33,88	6,53

2. Alacsony alternatív és alacsony hagyományos klaszter: „átmenet gridjei”

Az alacsony–alacsony klaszterbe tartozó gridek (alternatív fűtési móddal rendelkező lakások alacsonyabb arányával jellemezhetőek, ahol a szomszédos gridekben a hagyományos tüzelőanyaggal fűtő lakások aránya szintén alacsonyabb) lényegében városi jellegűek. Az ide sorolható gridek a – legtöbb esetben – a nagyobb városokban, illetve a Balaton déli partján helyezkednek el. A lakosság iskolai végzettsége valamivel magasabb az országos átlagnál: az érettségivel (31,15%), illetve egyetemi, főiskolai oklevéllel (23,23%) rendelkezők aránya magasabb az országos átlagnál (28,29, illetve 19,1%). Se a modern fűtési technológiák, illetve se a hagyományos tüzelőanyag használata nem jellemző (a lakások mindössze 3,95%-a rendelkezik napelemmel, napkollektorral vagy hőszivattyúval; illetve mindössze 14,38%-a fűt hagyományos tüzelőanyaggal). Ez arra utal, hogy inkább az átmeneti tüzelőanyagok vannak jelen, ami összefügg a panelépületek nagyon magas arányával (25%), így a vezetékes gázzal és a távhővel is. Az épületállomány az országos átlagnál idősebb, sokkal kevesebb a 2000 után épült ház.

3. Alacsony alternatív és magas hagyományos klaszter: „sérülékenyek”

Az alacsony–magas klaszter (alternatív fűtési móddal rendelkező lakások alacsonyabb arányával jellemezhető gridek, ahol a szomszédos gridekben a hagyományos tüzelőanyaggal fűtő lakások aránya magasabb) a legtöbb olyan periférikus települést foglalja magában, mely a társadalmi-gazdasági mutatók alapján a legkevésbé fejlettnak számít Magyarországon. Ezekben a gridekben alacsony iskolai végzettségű emberek élnek, a legfeljebb általános iskolai végzettséggel rendelkező (15 éves és idősebb) lakosság aránya (18,65%) magasabb az országos átlagnál (15,97%). A fával fűtő lakott lakások aránya ebben a klaszterben a legmagasabb (66,89%), ami nagyságrendekkel megha-

ladja az országos átlagot (31,84%). A modern fűtési technológiák aránya alacsony, mindösszesen 3,14% (a napelemmel ellátott lakások aránya 2,11%). Különösen aggasztó a szén országos átlagot meghaladó aránya (mely 2,8%, míg az országos átlag 1,3%). A kutatások szerint szorosan összefügg az épületek típusa, kora, energiahatékonysága és a háztartások sérülékenysége (Bajomi et al. 2021: 9. o.), ami a lakott lakások külső falazatával magyarázható. Ebben a klaszterben a lakott lakások 31,77%-a vályogból, sárból, 4,69%-a pedig egyéb anyagból épült. A panelépületek szinte teljesen hiányoznak (mindössze 2,07%), a fennmaradó 57,27, illetve 4,21% téglá, kő, kézi falazóelemek, illetve beton, közép- vagy nagyblokk. Mindössze 5,11% épült 2000 után. Az ebben a klaszterben lévő háztartások az energialétra alján ragadtak, ami kiszolgáltatottá teszi őket. Valószínűleg az energiaszegénység nagy arányban van jelen, azaz a lakosság jelentős részét sújtja.

4. Magas alternatív és alacsony hagyományos klaszter: „győztesek”

Végül, a magas–alacsony klaszter (alternatív fűtési móddal rendelkező lakások nagyobb arányával jellemezhető gridek, ahol a szomszédos gridekben alacsonyabb a hagyományos tüzelőanyaggal fűtő lakások aránya) Budapestet és agglomerációját, valamint néhány vidéki agglomerációt (Győr, Sopron, Pécs, Szeged stb. környékét) foglalja magában. Kelet-Magyarországon egyes nagyvárosok vonzáskörzetükkel kevésbé emelkednek ki (lásd Békéscsaba, Salgótarján), mint a nyugati országrészben. A lakosság több mint 56,19%-a (15 éves és idősebb) legalább érettségivel rendelkezik. Új, energiahatékony épületállomány jellemzi. A lakott lakások közel 80%-a téglá, kő, kézi falazóelem falazattal rendelkezik, a vályogházak aránya mindössze 4,61%. Az épületek 28,44%-a 2000 után épült.

A továbbiakban azt elemeztük, hogy az általunk lehatárolt klaszterek hogyan oszlanak meg területileg, mégpedig vármegyék szerint (5. táblázat). A vizsgált gridek közül 11 733 esetén az adott grid és a szomszédai között – 95%-os szignifikanciaszinten – nem mutatkozik szignifikáns kapcsolat. Országos szinten a lakott lakások valamivel több mint egynegyede tartozik ide.

A „duális gridek” száma 2130, melyek országosan a lakott lakások 1,6%-át teszik ki. A lakosságszámot tekintve ez a legkisebb klaszter, 156 ezer 896 fő él bennük. Az ide tartozó lakások aránya Csongrád-Csanád, Vas, illetve Bács-Kiskun vármegyében a legmagasabb. Az „átmenet gridjeinek” száma 4303, mely országosan a lakások negytedét és a lakosság egyharmadát foglalja magában. Az ebbe a klaszterbe tartozó lakások aránya Budapesten, Komárom-Esztergom és Heves vármegyében a legnagyobb. A „sérülékenyek” csoportja 8628 gridet tartalmaz. Ennek a csoportnak részesedése a lakott lakásokból országosan mintegy 9%. 916 ezer 841 fő él sérülékeny gridekben, ahol magas az energiaszegénység kockázata. A klaszter aránya Bács-Kiskun, Somogy és Csongrád-Csanád vármegyében kiemelkedő. Végül a „győztesek” között 3443 grid található. Ide sorolható országosan a lakott lakások 22 és

a népesség 24%-a. A klaszterbe tartozó lakások aránya Pest, Fejér, Győr-Moson-Sopron vármegyében és a fővárosban a legmagasabb.

A Függelékben az F5–F8. ábra további információkat tartalmaz a klaszterek és az épületállomány társadalmi-gazdasági jellemzőiről (tüzelőanyag-felhasználás és eszköz-ellátottság, a külső falazat, az építési időszak, lakók iskolai végzettsége).

5. táblázat

**Az egyes vármegyékben lakott lakások és
az ország népességének klaszterek szerinti megoszlása, 2022**
Distribution of inhabited dwellings in each county and
the country's population by clusters, 2022

(%)						
Főváros, vármegyék	Nem szignifikáns	Magas- magas	Alacsony- alacsony	Alacsony- magas	Magas- alacsony	Összesen
Budapest	0	0	74,1	0	25,9	100,0
Bács-Kiskun	28,9	4,6	30,3	16,9	19,3	100,0
Baranya	33,9	6,6	17,3	32,4	9,8	100,0
Békés	68,4	3,1	11,5	15,7	1,3	100,0
Borsod-Abaúj-Zemplén	34,3	0,5	44,2	11	10	100,0
Csongrád-Csanád	25,5	7,1	31,9	21,2	14,3	100,0
Fejér	22,6	0	44,7	0,1	32,6	100,0
Győr-Moson-Sopron	27,1	0,7	37,2	3,1	31,9	100,0
Hajdú-Bihar	42,5	0,8	27,6	7,4	21,7	100,0
Heves	30,4	0,2	57	2,1	10,3	100,0
Jász-Nagykun-Szolnok	18,1	0	59,9	1,7	20,3	100,0
Komárom-Esztergom	64,7	0,8	26	7,2	1,3	100,0
Nógrád	12,5	0,3	32,2	3,6	51,4	100,0
Pest	27,1	2,3	29,2	24,9	16,5	100,0
Somogy	51	0,6	25,8	12,8	9,8	100,0
Szabolcs-Szatmár-Bereg	52,9	0,2	29,7	10,7	6,5	100,0
Tolna	49,4	0,8	22,8	17,4	9,6	100,0
Vas	36,2	6,7	28,5	16,5	12,1	100,0
Veszprém	26,6	2,4	33,8	13,9	23,3	100,0
Zala	27,5	2,8	38,2	14,5	17	100,0
Magyarország	26,3	1,6	40,8	9,2	22,1	100,0
Népesség száma, fő	2 636 094	156 896	3 574 922	916 841	2 309 613	9 594 366

Következtetések

Jelen tanulmányban azt vizsgáltuk, hogy a háztartások és a települések hogyan vesznek részt az energiaátmenetben az energiaforrások és a kapcsolódó fűtési technológia kiválasztása révén. Az energialetra és a tüzelőanyag-halmazás elméletét használtuk fel, és kifejezetten a létra aljára (alacsony minőségű, hagyományos tüzelőanyagok) és tetejére (modern energiaforrások és fűtési technológiák) fókuszáltunk, nem érintve az átmeneti energiaforrásokat. Kiemelt figyelmet fordítottunk a hagyományos tüzelő-

anyagokra (háztartási hulladék, szén, lignit és tűzifa), illetve az alternatív fűtési megoldásokra (napelemes rendszerek, napkollektor és hőszivattyú).

A tanulmány elején megfogalmazott kutatási kérdésekre egyértelmű választ kaptunk. A klaszterelemzés eredményei azt mutatják, hogy egy gridben a lakosság energiafelhasználását, így az energiamix összetételét jelentősen befolyásolják a földrajzi elhelyezkedés és a szomszédsági hatások. Kijelenthető, hogy a hasonló energiaszerkezettel rendelkező háztartások térben koncentrálnak. Végül azonosítani tudtuk a településinél alacsonyabb szinten, és a vizsgált gridek alapján is megállapítható, hogy azok az energialétra különböző szintjein helyezkednek el. Mindezek alapján a három kutatási hipotézisünket elfogadtuk.

Magyarországon a vizsgált gridek a lakossági energiamix alapján egymástól jól elkülöníthető klaszterekbe sorolhatók. Négy klasztert azonosítottunk. A duális gridekben található háztartásokat kettősség jellemzi, ugyanis jelentősen keverednek egymással a hagyományos tüzelőanyagok és az alternatív fűtési megoldások. Jellemzően vidéki területeket foglalnak magukban, és a sérülékeny háztartások aránya nagyobb. Valószínűleg az energetikai infrastruktúra hiánya (kevésbé kiépült, nehezebb a hozzáférés, drága a csatlakozás) is ösztönzi az itt élőket a decentralizált energiatermelésre. Az átmenet gridjeiben található háztartások „elkényelmesedtek”, vagyis megrekedtek az energialétra közepén, se felfelé, se lefelé nem mozdulnak el, energiafelhasználásuk inkább adottságnak tekinthető (például gázos, távfűtéses panelek), amiből nehéz „kitörni”. A sérülékenyek vannak a legkiszolgáltatottabb helyzetben. Valószínűleg ezekben a gridekben a legmagasabb az energiaszegénységben élők aránya, melyet az áttekintett társadalmi mutatók, épületjellemzők is megerősítenek. A győztesek klaszterhez tartozók az energiaátmenet bajnokai, akik elérték a létra tetejét. Döntően Budapest és néhány vidéki város agglomerációja tartozik közéjük, és lakosságuk magasabb iskolai végzettségű, valamint tehetősebb és valószínűleg környezettudatosabb is. Az ingatlanok újabbak, jó állapotúak, továbbá megfelelnek a modern kor energiahatékonysági követelményeinek.

A klímatervvvel és az energiapolitikával kapcsolatos észrevételek, javaslatok

Magyarország a Nemzeti Energia- és Klímaterv 2024. évi aktualizált változatában azt tűzte célul, hogy a megújuló energia részarányát a bruttó végsőenergia-fogyasztásban legalább 30%-ra növeli 2030-ra (EÜM 2024). Emellett elismeri, hogy 2,6 millió lakóingatlan esetében szükséges energetikai korszerűsítést végrehajtani, hiszen a hazai lakásállomány átlagos energiateljesítménye az „FF” kategóriába tartozik. Ennek teljesülése esetén 2030-ra 20%-os energiamegtakarítással, 2040-re pedig 60%-os emissziócsökkenéssel számol. Ez utóbbi elérésében kiemelt szerepet játszhatnak a meglévő biomasszakazánok cseréje és a megújuló energiára épülő fűtési rendszerek. Míg 2030-ig a biomassza-felhasználás jelentős mértékű változását nem prognosztizálják, addig

2030 és 2050 között már jelentős mértékű csökkenését vetítik előre, és a klímaterv szerint az évszázad közepére a biomassza-felhasználás a felére fog csökkenni. Itt jegyezzük meg, hogy némi ellentmondás van az egyes dokumentumrészek között. Míg a WEM (vagyis jelenlegi intézkedések) forgatókönyv 2030-ig a biomassza-felhasználás 3,3%-os csökkenését, a dokumentum többi része inkább növekedését vetíti előre: „a fűtés-hűtés szektorban – a megújulóenergia-irányelvvel (REDIII) összhangban – 2021 és 2025 között 1 százalékponttal, 2026 és 2030 között évente legalább 1,3 százalékponttal növeljük a megújuló energia részarányát (RES-H/C), a biomassza és a geotermia mértékének és arányának növelésével, a hulladékhőt és a megújuló villamos energiát is beleértve” (EÜM 2024: 54. o.).

A klímaterv és a jelenlegi energiapolitika hiányosságának tekintjük, hogy alapvetően nem foglalkoznak a hagyományos tüzelőanyagokhoz, különösen a biomassza-felhasználáshoz kötődő társadalmi problémákkal. Hiányzik annak elismerése, hogy a tűzifa nagyrészt a szegények tüzelőanyaga, akik így aránytalanul és jelentős mértékben járulnak hozzá a megújuló energiaforrásokra megállapított célkitűzésekhez. Kettős igazságtalanság sújtja őket, egyrészt számukra a hagyományos tüzelőanyagok felhasználása nem választás, hanem szükséglet kérdése, másrészt annak negatív következményei (például beltéri légszennyezettség) is rájuk hárulnak.

Az energiaszegénységben élők számát (300 ezer fő) szintén szisztematikusan alulbecsüli a klímaterv, ami – véleményünk szerint – óvatos és konzervatív becslés. Tanulmányunk eredményei alapján inkább azokkal értünk egyet, akik 1 millió fő körül határozzák meg számukat.

Az energiapolitikában a területi szempontokat, így a térbeli különbségeket csak korlátozottan veszik figyelembe. Ez ugyanakkor fontos lenne annak megértéséhez, hogy a háztartások és a települések hogyan lépnek feljebb az energialétrán, vagyis hagyják el az alacsonyabb minőségű energiahordozókat, és térnek át tisztább, modernebb energiaforrásokra, a hozzájuk kapcsolódó technológiai megoldásokkal együtt. Az energiaátmenet földrajzi megközelítése a sikeres megvalósítás eszköze lehet. Ez értelmezésünk szerint klaszterenként és/vagy földrajzi területenként eltérő szakpolitikai megközelítést és intézkedéseket jelentene. Bouzarovski–Simcock (2017: 641. o.) olyan térérzékeny és decentralizált energiapolitika mellett érvel, amely a térségi gondolkodás mentén felismeri az energiafelhasználás és az energiaszegénység területi egyenlőtlenségeit. Hasonlóan Csontos et al. (2024) következtetéseihez, mi is a deliberatív energetikai tervezést (és politikát) tekintjük megoldásnak, ami a helyi lakosok bevonását jelenti a fűtési rendszerek modernizálásába. Kiemelt figyelmet igényelnek azon régiók térbeli kapcsolatai, ahol gyakoribb a modern, megújuló energiaforrásokra alapozott fűtés, vagyis sikeresebb a technológia elterjedése.

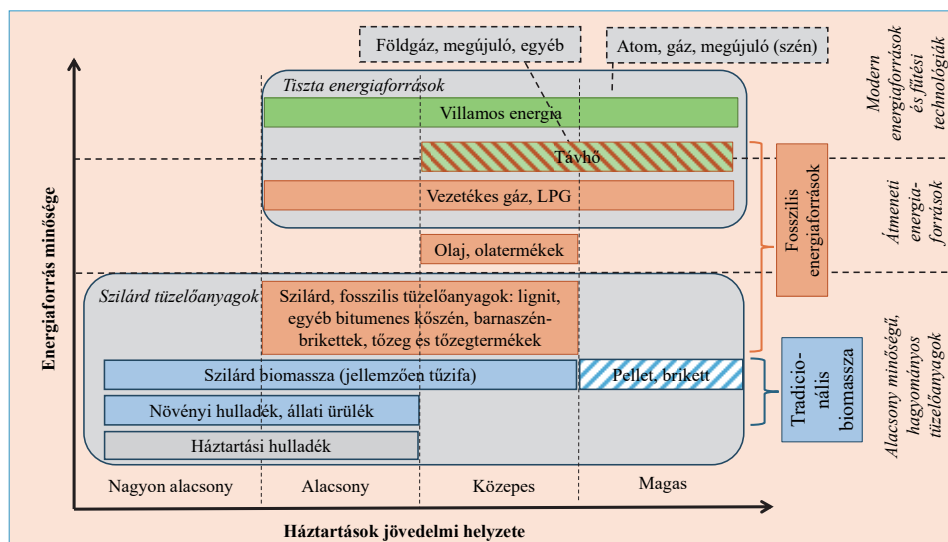
Köszönetnyilvánítás

Jelen tudományos közlemény létrejöttét a Miskolci Egyetem az intézmény Tudományos Kiválósági Támogatási Programjának keretében Szép Tekla szerző részére nyújtott finanszírozással támogatta (projektazonosító: ME-TKTP-2025-014).

Függelék

F1. ábra

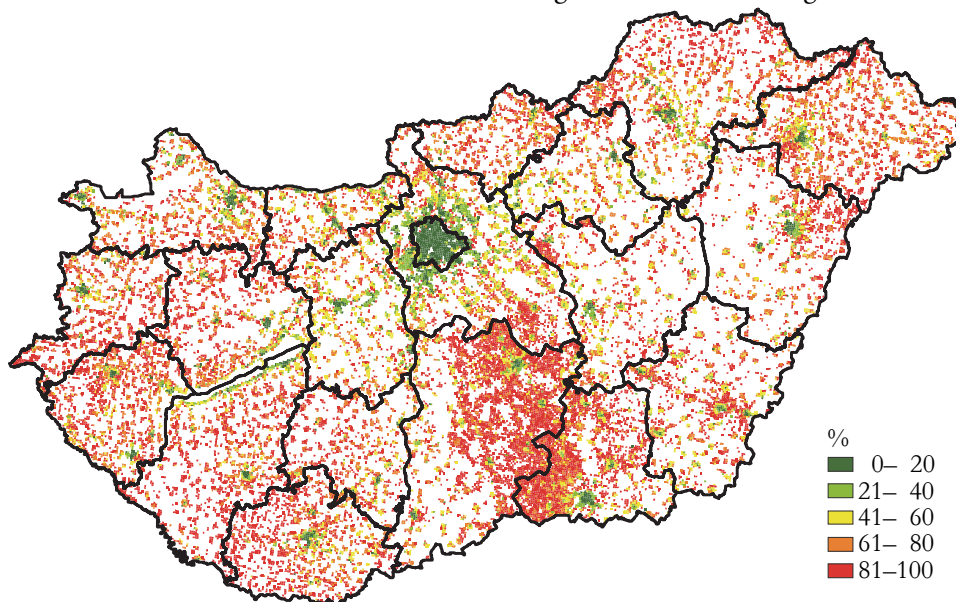
A hazai energialétra a háztartások fűtésében és vízmelegítésében
Hungarian energy ladder for household heating and water heating



Forrás: saját szerkesztés MEKH (2024), Roser (2021) és WHO (2006) alapján.

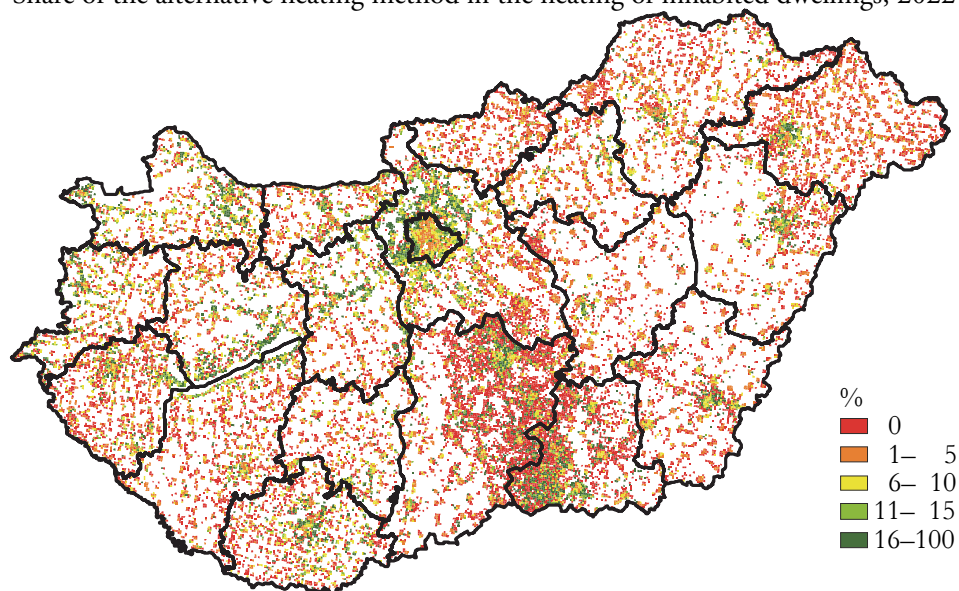
F2. ábra

A hagyományos tüzelőanyagok részaránya a lakott lakások fűtésében, 2022
The share of traditional fuels in the heating of inhabited dwellings, 2022



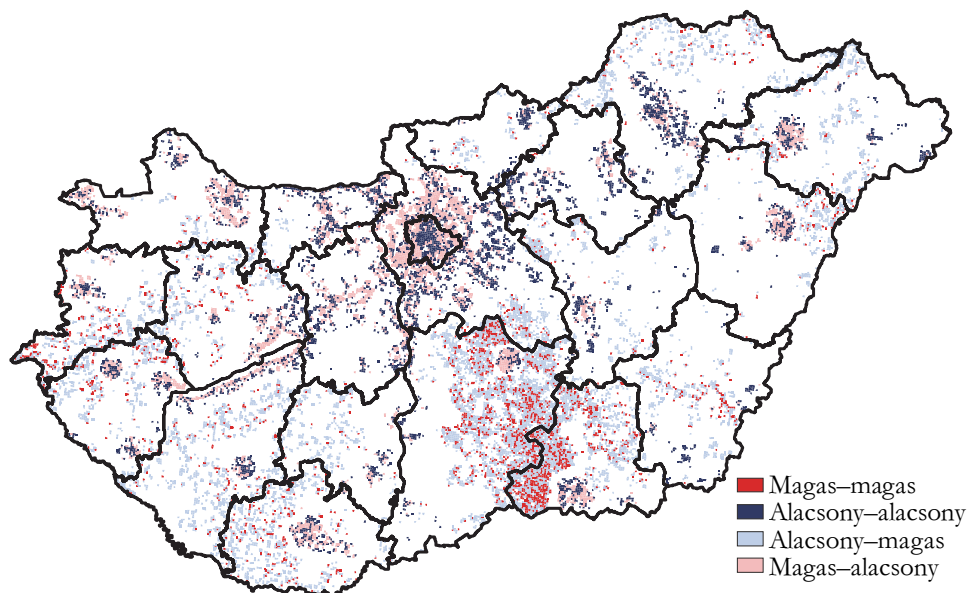
F3. ábra

Az alternatív fűtési mód részaránya a lakott lakások fűtésében, 2022
Share of the alternative heating method in the heating of inhabited dwellings, 2022



F4. ábra

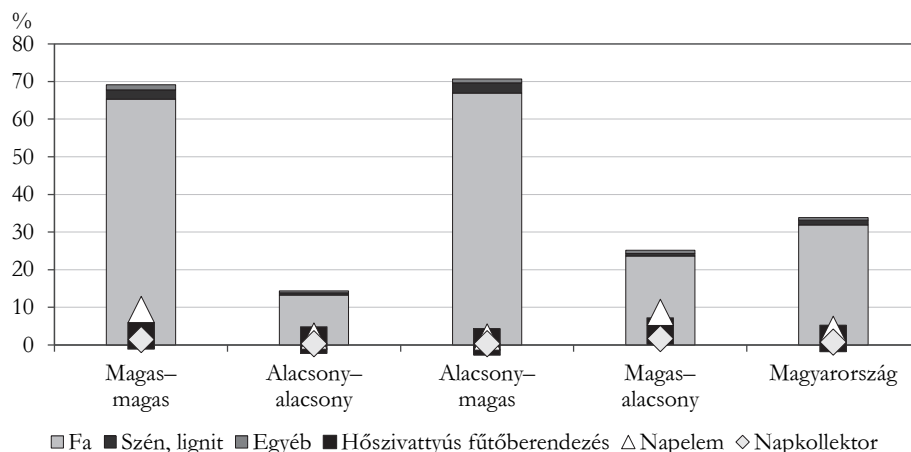
Az alternatív fűtési móddal, illetve a hagyományos tüzelőanyagokkal fűtött lakott lakások területi autokorrelációja (kétváltozós Local Moran I), 2022
Spatial autocorrelation (bivariate Local Moran I) of inhabited dwellings heated with alternative heating methods and traditional fuels in 2022



F5. ábra

A lakott lakások fűtőanyagok és eszközellátottság szerinti aránya az egyes klaszterekben és Magyarországon, 2022

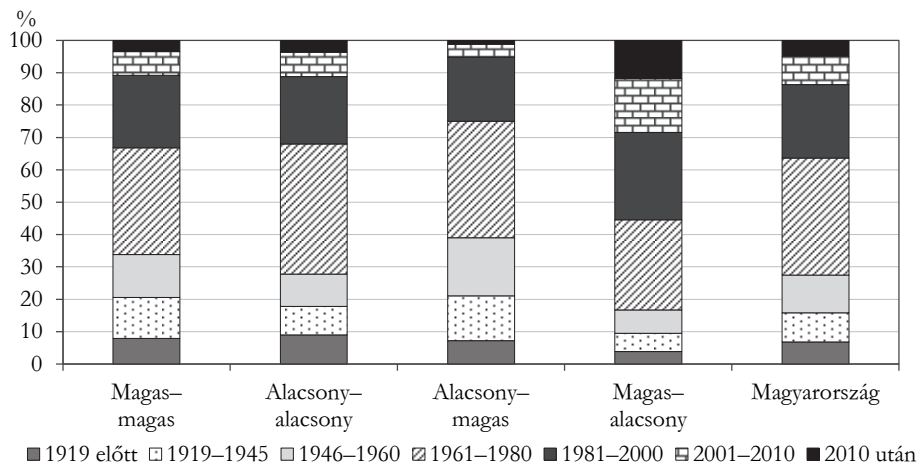
The proportion of inhabited apartments by heating material and equipment in each cluster and in Hungary, 2022



F6. ábra

A lakott lakások építési év szerinti megoszlása az egyes klaszterekben és Magyarországon, 2022

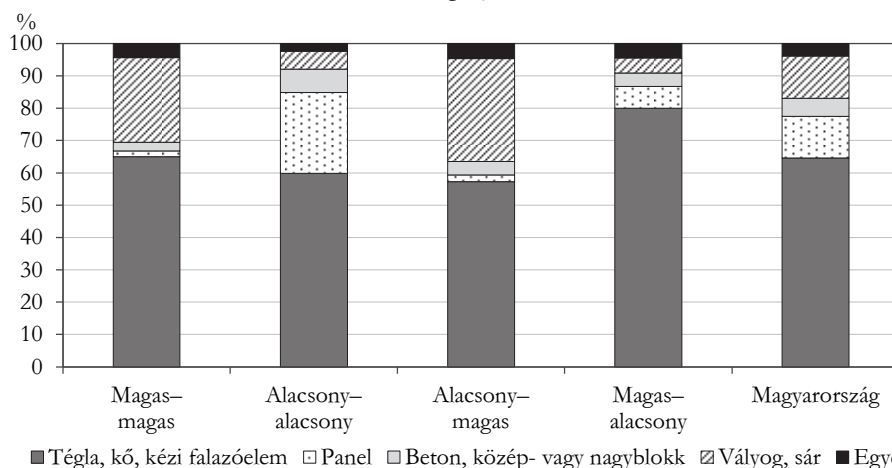
Distribution of inhabited apartments based on the year of construction in each cluster and in Hungary, 2022



F7. ábra

A lakott lakások falazat szerinti megoszlása az egyes klaszterekben és Magyarországon, 2022

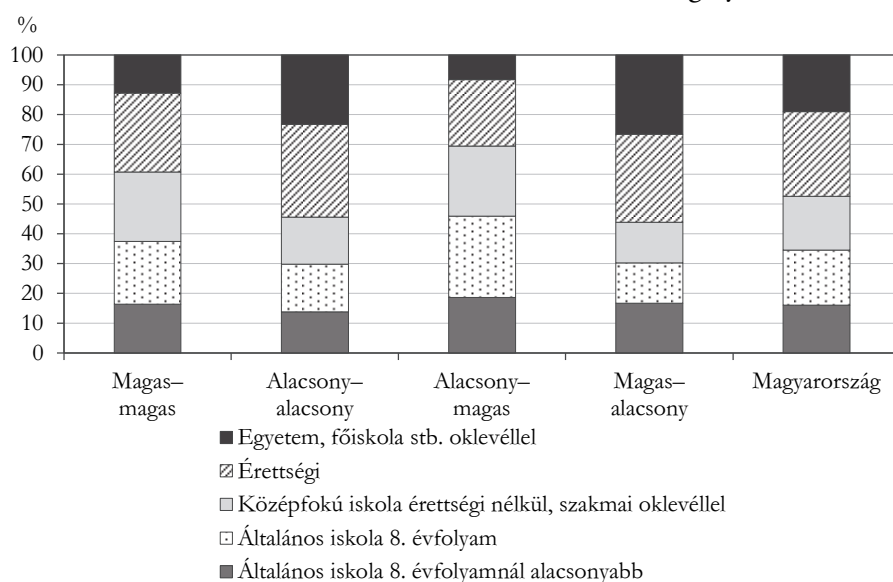
Distribution of inhabited apartments based on masonry in each cluster and in Hungary, 2022



F8. ábra

A lakott lakások lakóinak legmagasabb iskolai végzettsége szerinti megoszlása az egyes klaszterekben és Magyarországon, 2022

Distribution of inhabited apartments based on the residents' highest educational level in each cluster and in Hungary, 2022



IRODALOM

- ANSELIN, L. (1995): Local indicators of spatial association – LISA *Geographical Analysis* 27 (2): 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- ARITENANG, A. F. (2022): The impact of urban characteristics on the spread of Covid-19 in 2020: the case of Java Island cities, Indonesia *Regional Statistics* 12 (3): 3–17. <https://doi.org/10.15196/RS120301>
- BAJOMI, A. Z.–FELDMÁR, N.–TIRADO-HERRERO, S. (2021): Will plans to ease energy Poverty go up in smoke? Assessing the Hungarian NECP through the lens of solid fuel users' vulnerabilities *Sustainability* 13 (23): 13047. <https://doi.org/10.3390/su132313047>
- BÁLINT, L. (2011): A születéskor várható élettartam nemek szerinti térbeli különbségei *Területi Statisztika* 51 (4): 386–404.
- BOUZAROVSKI, S.–PETROVA, S. (2015): A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary *Energy Research & Social Science* 10: 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- BOUZAROVSKI, S.–SIMCOCK, N. (2017): Spatializing energy justice *Energy Policy* 107: 640–648. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.064>
- BOUZAROVSKI, S.–TIRADO HERRERO, S. (2017): The energy divide: integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union *European Urban and Regional Studies* 24 (1): 69–86. <https://doi.org/10.1177/0969776415596449>
- CUTZ, L.–MASERA, O.–SANTANA, D.–FAAIJ, A. P. C. (2017): Switching to efficient technologies in traditional biomass intensive countries: the resultant change in emissions *Energy* 126: 513–526. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.025>
- CSONTOS, C.–HARMAT, Á.–CAMPOS, J.–MUNKÁCSY, B. (2024): Limitations and opportunities of using hotmaps online heat atlas in heat energy planning: a case study of a Hungarian rural area *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 43: 85–100. <https://doi.org/10.54337/ijsepm.8602>
- DURAN, H. E.–KARAHASAN, B. C. (2022): Heterogenous responses to monetary policy regimes: a regional analysis for Turkey, 2009–2019 *Regional Statistics* 12 (4): 56–91. <https://doi.org/10.15196/RS120403>
- DUSEK, T. (2004): *A területi elemzések alapjai* ELTE Regionális Földrajzi Tanszék–MTA–ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest.
- FOUQUET, R. (2016): Historical energy transitions: speed, prices and system transformation *Energy Research & Social Science* 22: 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.014>
- GETIS, A.–ORD, J. K. (1996): Local spatial statistics: an overview. In: LONGLEY, P.–BATTY, M. (eds.): *Spatial analysis: modeling in a GIS environment* pp. 261–277., John Wiley & Sons.
- HAN, H.–WU, S.–ZHANG, Z. (2018): Factors underlying rural household energy transition: a case study of China *Energy Policy* 114: 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.052>
- HASSAN, Q.–NASSAR, A. K.–AL-JIBOORY, A. K.–VIKTOR, P.–TELBA, A. A.–AWWAD, E. M.–AMJAD, A.–FAKHRULDEEN, H. F.–ALGBURI, S.–MASHKOOR, S. C.–JASZCZUR,

- M.–SAMEEN, A. Z.–BARAKAT, M. (2024): Mapping Europe renewable energy landscape: insights into solar, wind, hydro, and green hydrogen production *Technology in Society* 77: 102535. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102535>
- KARPINSKA, L.–ŚMIECH, S. (2021): Will energy transition in Poland increase the extent and depth of energy poverty? *Journal of Cleaner Production* 328: 129480. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129480>
- KASHOUR, M.–JABER, M. M. (2024): Revisiting energy poverty measurement for the European Union *Energy Research & Social Science* 109: 103420. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103420>
- KELLY, J. A.–CLINCH, J. P.–KELLEHER, L.–SHAHAB, S. (2020): Enabling a just transition: a composite indicator for assessing home-heating energy-poverty risk and the impact of environmental policy measures *Energy Policy* 146: 111791. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111791>
- KINCSES, Á.–TÓTH, G. (2011): New aspects of European road accessibility *Geographia Polonica* 84 (2): 33–46. <https://doi.org/10.7163/GPol.2011.2.3>
- KOVÁCS, G. (2004): Innováció, technológiai változás, társadalom: újabb elméleti perspektívák *Szociológiai Szemle* 3: 52–78.
- LABELLE, M.–SZÉP, T.–TÓTH, G. (2025): Why neighbors matter in the energy transition: the diffusion of social practices, technologies, and knowledge between municipalities *Renewable and Sustainable Energy Transition* 7. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2025.100109>
- MARZOUK, M. A.–SALHEEN, M. A.–FISCHER, L. K. (2024): Towards sustainable urbanization in new cities: social acceptance and preferences of agricultural and solar energy systems *Technology in Society* 77: 102561. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102561>
- MORAN, P. A. P. (1948): The interpretation of statistical maps *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 10 (2): 243–251. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x>
- ÖHRLUND, I.–STIKVOORT, B.–SCHULTZBERG, M.–BARTUSCH, C. (2020): Rising with the sun? Encouraging solar electricity self-consumption among apartment owners in Sweden *Energy Research & Social Science* 64: 101424. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101424>
- ROGERS, E. M. (1995): *Diffusion of innovations* (4 edition) Free Press.
- SOVACOO, B. K.–GEELS, F. W. (2016): Further reflections on the temporality of energy transitions: a response to critics *Energy Research & Social Science* 22: 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.013>
- STERN, D. I. (2010): Energy quality *Ecological Economics* 69 (7): 1471–1478. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.02.005>
- STOJILOVSKA, A.–DOKUPILOVÁ, D.–GOUVEIA, J. P.–BAJOMI, A. Z.–TIRADO-HERRERO, S.–FELDMÁR, N.–KYPRIANOU, I.–FEENSTRA, M. (2023): As essential as bread: fuelwood use as a cultural practice to cope with energy poverty in Europe *Energy Research & Social Science* 97: 102987. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.102987>
- S. SZÉP, T. (2017): The effects of utility cost reduction on residential energy consumption in Hungary – a decomposition analysis *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 13: 61–78. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.2017.13.5>

- THAKUR, D. (2022): Statistical assessment of spatio-temporal impact of Covid-19 lockdown on air pollution using different modelling approaches in India, 2019–2020 *Regional Statistics* 12 (3): 54–84. <https://doi.org/10.15196/RS120303>
- TÓTH, G. (2003): Területi autokorrelációs vizsgálat a Local Moran I módszerével *Tér és Társadalom* 17 (4): 39–49. <https://doi.org/10.17649/TET.17.4.914>
- TÓTH, G.–JÁGER, V.–KOVALSZKY, Z.–BÓDAY, P.–ÁDÁM, D.–KINCSES, Á.–SZÉP, T. (2024): Characteristics of household energy consumption in the shadow of the Russia–Ukraine war – a case study from Hungary *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management* 40: 55–74. <https://doi.org/10.54337/ijsepm.8014>
- TÓTH, G.–KINCSES, Á. (2011): Factors of accessibility potential models *Regional Science Inquiry* 3 (2): 27–44.
- WANG, S.–LIU, Y.–ZHAO, C.–PU, H. (2019): Residential energy consumption and its linkages with life expectancy in mainland China: a geographically weighted regression approach and energy-ladder-based perspective *Energy* 177: 347–357. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.099>
- WEINER, C.–S. SZÉP, T. (2020): The Hungarian utility cost reduction programme. An impact assessment *IWE Working Papers* 259. Institute for World Economics – Centre for Economic and Regional Studies.
- WEINER, C.–SZÉP, T. (2021a): Még egyszer a lakossági hatósági energiaárakról. Egy hungarikum átfogó hatáselemzése *Közgazdasági Szemle* 68 (12): 1276–1314. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2021.12.1276>
- WEINER, C.–SZÉP, T. (2021b): Программа сокращения бытовых энергозатрат в Венгрии [Programma sokrashcheniya bytovykh energoraskhodov v Vengrii] *Современная Европа* 1: 86–94. <https://doi.org/10.15211/soveurope120218694>
- WEINER, C.–SZÉP, T. (2022): The Hungarian utility cost reduction programme: an impact assessment. *Energy Strategy Reviews* 40: 100817. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100817>
- YADAV, P.–DAVIES, P. J.–ASUMADU-SARKODIE, S. (2021): Fuel choice and tradition: why fuel stacking and the energy ladder are out of step? *Solar Energy* 214: 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.11.077>

INTERNETES FORRÁSOK

- CSOKNYAI, T. (2024): *Report: heat transition options for the least performing buildings of Hungary*. FEANTSA. <https://www.feantsa.org/en/report/2024/05/30/report-heat-transition-options-for-the-least-performing-buildings-of-hungary?bcParent=27> (letöltve: 2025. január)
- ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM [EÜM] (2024): *Nemzeti Energia- és Klímaterv. 2024. Évi aktualizált változat*. https://commission.europa.eu/publications/hungary-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en (letöltve: 2025. január)
- EUROSTAT (2024): *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database> (letöltve: 2025. január)
- GERDESICS, V.–PAVLUSKA, V. (2013): *Irodalomkutatás az innováció elfogadás-elméletekről* Pécsi Tudományegyetem, Pécs.

- https://ktk.pte.hu/sites/ktk.pte.hu/files/images/szervezet/intezetek/mti/gerdesics_pavluska_irodalomkutatas_az_innovacio_elfogadas-elmeletekrol_2013.pdf (letöltve: 2025. január)
- GRUBLER, A. (1996): *Time for a change: on the patterns of diffusion of innovation* [Monograph]. Daedalus. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/4851/> (letöltve: 2025. január)
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY [IEA] (2024): *Renewables 2023 – analysis*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023> (letöltve: 2025. január)
- INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY Agency [IRENA] (2023): *Renewable power generation costs in 2023* International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023> (letöltve: 2025. január)
- KEREKES, L.–HORVÁTH, G.–LOSKOT-STRACHOTA, A.–ORAVCOVA, V.–SKLENÁŘ, O.–KOTEK, P.–TAKÁCSNÉ TÓTH, B. (2023): Decarbonisation of the household heating sector in the Visegrad countries *Working papers*, REKK. <https://rekk.hu/research-paper/145/decarbonisation-of-the-household-heating-sector-in-the-visegrad-countries> (letöltve: 2025. január)
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL [KSH] (2022): *Népszámlálási adatbázis –* <https://nepszamlalas2022.ksh.hu/adatbazis/> (letöltve: 2025. január)
- KYTKA, I.–VÁCHA, T.–MALÍK, Z.–VČELÁK, J.–NOSKOVÁ, S. (2019): *Study on energy poverty in the Danube region* (No. First Edition; p. 62). Czech Technical University in Prague, University Centre for Energy Efficient Buildings. https://energy.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/6/sites/6/2020/02/Studie_Energy_Poverty_in_the_Danube_Region.pdf (letöltve: 2025. január)
- MAGYAR ENERGETIKAI ÉS KÖZMŰ-SZABÁLYOZÁSI HIVATAL [MEKH] (2024): *Hivatalos statisztika*. <http://www.mekh.hu/hivatalos-statisztika> (letöltve: 2025. január)
- OPENEXP (2019): *European energy poverty index (EEPI)*. https://reporterre.net/IMG/pdf/final_european_energy_poverty_index_eepe.pdf (letöltve: 2025. január)
- REY, S. J.–ARRIBAS-BEL, D.–WOLF, L. J. (2023): *Geographic data science with Python*. Routledge & CRC Press. <https://www.routledge.com/Geographic-Data-Science-with-Python/Rey-Arribas-Bel-Wolf/p/book/9781032445953> (letöltve: 2025. január)
- ROSER, M. (2021): *The ‘energy ladder’: what energy sources do people on different incomes rely on?* Our World in Data. <https://ourworldindata.org/energy-ladder> (letöltve: 2025. január)
- WEINER, C.–SZÉP, T. (2020): *Mire mentünk a rezsicsökkentéssel?* Portfolio.hu. <https://www.portfolio.hu/krtk/20201013/mire-mentunk-a-rezsicsokkentessel-451630> (letöltve: 2025. január)
- WHO (2006): *Fuel for life: household energy and health*. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241563161> (letöltve: 2025. január)
- WORLD ENERGY COUNCIL (2024): *World energy trilemma framework*. <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-framework> (letöltve: 2025. január)