

KITEKINTÉS / OUTLOOK

A háztartási napelem-telepítéseket meghatározó tényezők nemzetközi és hazai vizsgálata

Factors influencing household solar panel investments in Hungary and abroad

HORVÁTH PÉTER JÁNOS, DR. TÓTH TAMÁS,
SOMOSSY ÉVA SZABINA

HORVÁTH Péter János: elnök, Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal; 1054 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 52.; titkarsag@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-2429-7227>

Dr. TÓTH Tamás: általános elnökhelyettes, Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal; 1054 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 52.; totht@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-1957-9609>

SOMOSSY Éva Szabina: zöldgazdasági szakértő, Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal; 1054 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 52.; somossye@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-3003-7843>

KULCSSZAVAK: zöld beruházások; megújuló energiák; háztartási méretű napelemek; területi elhelyezkedés

ABSZTRAKT: Tanulmányunk azt kívánja megvizsgálni, hogy a lakosság, azaz a háztartások körében milyen tényezők befolyásolják a zöld beruházásokat, ezen belül pedig a napelem-telepítést. A vonatkozó nemzetközi szakirodalom vizsgálata során kiderült, hogy a hagyományos értelemben vett közgazdasági racionalitáson túl egyéb társadalmi (pl. nettó jövedelem, iskolázottság szintje, életkor), lakhatási (pl. családi ház, vidék), illetve attitűdjellegű tényezők (pl. környezettudatos szemlélet, imitációs hatás, presztízs) is hatnak az egyének beruházási döntésére. Ezután a lakossági energiafelhasználás szerkezetét mutatjuk be, mely jelentős mértékben behatárolhatja a lakosság napelemes fejlesztéseit. Végül a hazai háztartási méretű napelemek területi elhelyezkedésének aspektusait vizsgáltuk empirikus kutatás alapján.

Arra az eredményre jutottunk, hogy az egyes településeken elérhető jövedelem szignifikánsan befolyásolja a háztartási méretű napelemes darabszámok és kapacitások nagyságát: a jelentős mértékű telepítések ugyanis a jobb jövedelmi helyzettel bíró bala-toni, budapesti, pécsi agglomerációban, valamint a nyugat-dunántúli térségben koncentrálnak. Emellett azonban látható egy ún. kistelepülési effektus is, hiszen több esetben kerül a ranglista elejére egy-egy község. Ez egybecseng a nemzetközi tanulmányok megfigyeléseivel (lásd a „peer” vagy imitációs effektusokat), hiszen ez a hatás vélhetően egy-egy helyi innovátor vagy napelemes piaci szereplő befolyásának tudható be. További kutatás tárgyát képezheti, hogy a nemzetközi elemzésekben azonosított, közgazdasági racionalitáson túli faktorok miképpen befolyásolják hazánkban a háztartási napelemes telepítést. Ez ugyanis megalapozhatja az ambiciózus kormányzati célok eléréséhez alkal-mazandó „puhább” szakpolitikai intézkedések bevezetését is (például nudge jellegű eszközök, szemléletformáló kampányok).



Péter János HORVÁTH: president, Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority; Bajcsy-Zsilinszky út 52., H-1054 Budapest, Hungary; titkarsag@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-2429-7227>

Tamás Dr. TÓTH: vice president for general affairs, Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority; Bajcsy-Zsilinszky út 52., H-1054 Budapest, Hungary; totht@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-1957-9609>

Éva Szabina SOMOSSY: green economy expert, Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority; Bajcsy-Zsilinszky út 52., H-1054 Budapest, Hungary; somossye@mekh.hu; <https://orcid.org/0000-0003-3003-7843>

KEYWORDS: green investments; renewable energies; household solar panels; spatial location

ABSTRACT: This study aims to examine factors that influence green investments, particularly solar panel investments of households. This may be interesting from the perspective of policy interventions in individual decision-making (see nudging), while it can also provide a good basis for further domestic empirical studies exploring the drivers of spatial location of household solar panel installation. In the first part of the study, we examine factors that influence green, primarily solar investment decisions of households based on the literature. Our review suggests that in addition to economic rationality (e.g. costs and benefits), socio-demographic factors (e.g. net income, level of education, age), housing circumstances (e.g. family house, countryside) and behavioural or attitude factors (e.g. environmental consciousness, imitation effects, prestige) also affect individuals' investment decision. The second part of our paper presents the structure of residential energy use in Hungary, which can significantly limit solar investments of the population. Our research indicates that it is not only the type of residential buildings (family house, condominium) but also infrastructural conditions that determine domestic energy consumption and influence the spread of household solar panels. Finally, the spatial location of domestic household-sized solar panels are investigated.

Our empirical research shows that the income available in each settlement significantly influences the number and capacity of household-sized solar panels. Solar panels are concentrated in regions with higher average income level, namely around the lake Balaton, the capital city of Budapest, in the agglomerations of Pécs, the largest city of the Southern Transdanubian region and in the Western Transdanubian region. In addition, a so-called "small settlement effect" can be also observed, as some villages outside those regions are listed at the top of the ranking. This is in line with observations from international studies (see the so-called "peer" or imitation effects), which suggest that this is presumably due to the influence of a local innovator or solar market player. It can be the subject of further research to investigate how factors beyond economic rationality identified in international studies affect household solar investments in Hungary. This could also justify the introduction of "soft" policy measures (e. g. nudging tools, awareness-raising campaigns) to achieve the ambitious goal of the Government to triple the number of household sized solar panels until 2030.

Bevezetés

A háztartási méretű napelemek és naperőművek együttes beépített kapacitása 2015-ben 153 MW volt, míg a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (a továbbiakban: MEKH) előzetes adatai alapján 2020 végére ez a teljesítmény 2 000 MW fölé növekedett. Az új Nemzeti Energiastratégiában (2020) kitűzött „zöldítés” központi elemét a napelemes kapacitások bővítése jelenti, amelyek nagysága a tervek szerint 2030-ra közel 6 500 MW-ra nő, 2040-re pedig jelentősen

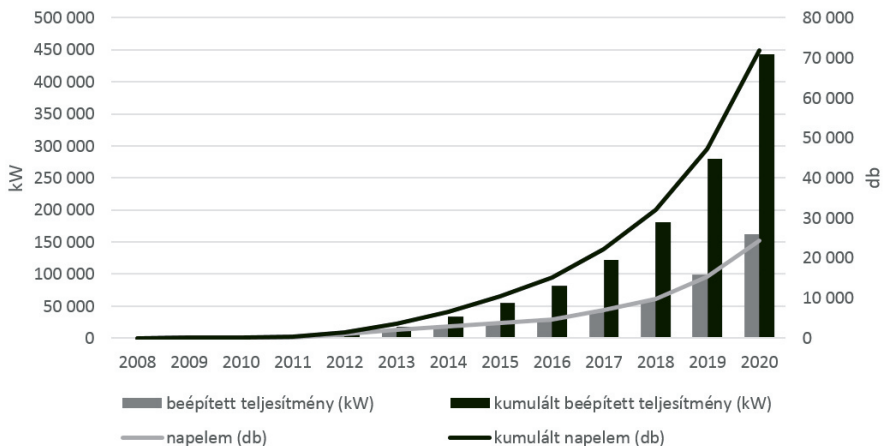
meghaladhatja a 10 000 MW-ot. A MEKH által már kiadott támogatási jogosultságokon alapuló becslés alapján a naperőművek beépített teljesítménye már 2024-re elérheti a 4 500 MW-ot.

A háztartási méretű kiserőművek tekintetében a Kormány célja, hogy 2030-ra a jelenleginél mintegy háromszor több, azaz legalább 200 ezer háztartás rendelkezzen átlagosan 4 kW teljesítményű, tetőre szerelt napelemmel (Nemzeti Energiastratégia 2020). 2020 végén ugyanis 71 753 természetes személynek volt Magyarországon háztartási méretű napelemes berendezése¹ (MEKH 2021a). Az átlagos, 2,44-2,45 főből álló háztartásméretet alapul véve körülbelül 159 000 személy élt tehát olyan háztartásban, ahol ezen a módon termelték a villamos energiát. Ez a teljes népesség körülbelül 1,6 százalékát teszi ki. A háztartási méretű napelemes beruházások a lakosság körében az elmúlt tíz évben gyorsan növekedtek (1. ábra). E növekedés fő motorjának egyfelől a napelemes technológiák rohamos költségcsökkenése, másfelől a kedvező támogatási környezet (beruházási támogatások, szaldó elszámolás) tekinthető.

Tanulmányunk célja, hogy a vonatkozó nemzetközi szakirodalom eredményeit felhasználva feltárja a lakossági napelem-telepítések mozgatórugóit. A közgazdasági, illetve attitűdjellegű megközelítésekkel a következő két fejezet foglalkozik, majd empirikus vizsgálattal a hazai lakossági napelemes beruházások területi aspektusait is elemezzük.

1. ábra: Természetes személyek HMKE beépített kapacitásainak és darabszámának alakulása Magyarországon

Number and capacity of household sized power plants installed by natural persons in Hungary



Forrás: MEKH (2021a) alapján saját szerkesztés

Háztartási energiahasználatok közgazdasági megközelítése

A főáramú közgazdaságtan megközelítése szerint jellemzően a gazdasági racionalitás határozza meg a háztartások beruházásait, azaz annak mérlegelése, hogy gazdaságos-e a beszerzés (költségek, hasznok, támogatások szerepe), illetve, hogy észszerű időn belül megtérül-e a beruházás. A főáramú szemlélet a háztartások energetikai beruházásaira is kiterjeszhető. Feltételezzük például, hogy egy háztartás racionális gazdasági kalkuláció alapján telepít napelemet, azaz figyelembe veszi a napelemes beruházás költségeit, az elérhető támogatási és hitelkonstrukciókat, a megtakarított energiaköltségeket stb. Ennek alapján tehát „*homo oeconomicus*” feltételezve, a napelemes beruházás például akkor valósul meg, ha annak nettó jelenértéke (NPV, *Net Present Value*) nagyobb, mint nulla. Ez azt jelenti, hogy a beruházás élettartamát alapul véve, a bevételek jelenértéke nagyobb, mint az összes ráfordításé (Zsiborács, Pályi, Demeter 2012).

Jacksohn és szerzőtársai (2019) a beruházási döntés vizsgálata során a háztartások megújuló energetikai beruházását befolyásoló több tényezőt is figyelembe vettek. Társadalmi-demográfiai tényezők: háztartás éves nettó jövedelme, felnőttek, illetve gyermekek száma; lakhatási tényezők: családi ház vs. társasház, városi vs. vidéki ingatlan; környezettudatosság; személyes jellemzők (például nyitottság az újdonságokra); gazdaságossági tényezők: például a beruházás várt költségei és hasznai. A regressziós elemzés során arra az eredményre jutottak, hogy a beruházási döntés meghozatala során a gazdaságossági tényezők (azaz a várható költségek és hasznok) a leginkább meghatározóak. Ez alátámasztja a hagyományos közgazdasági elméletet, miszerint a költségek növekedésével csökken, a bevételek növekedésével pedig nő a beruházási kedv. Úgy találták, hogy a várható költségek sokkal nagyobb hatást gyakorolnak a beruházási döntésre, mint a várható hasznok. Ez racionális abból a szempontból, hogy adott időpontban már ismertek a beruházáshoz köthető költségek, a jövőbeli hasznok viszont függenek olyan tényezőktől, mint például a besugárzás erőssége, vagy az energiaárak jövőbeli alakulása.

Ezzel szemben úgy találták, hogy a környezettudatosság, illetve a személyes jellemzők a gazdaságossági faktorokhoz képest kevésbé magyarázták a beruházási döntéseket. Bizonyos társadalmi-demográfiai tényezők (például a magasabb nettó jövedelem, a háztartásban élő gyermekek száma, a vidéki családi ház) azonban jelentős mértékben befolyásolták a döntést a napelemes beruházás mellett (Jacksohn et al. 2019). Látható tehát, hogy a mindennapi életben nemcsak a gazdasági racionalitás határozza meg a háztartások beruházásait, ezen belül is energetikai jellegű beruházásait (mint amilyen a napelemek telepítése), hanem más, társadalmi, demográfiai, környezetvédelmi, illetve egyéb viselkedéstani, ún. attitűdtényezők is befolyásolják a háztartások döntéseit.

A háztartások ún. zöld beruházásait (így az energiahatékonysági beruházások, megújuló energiát felhasználó berendezések telepítése) meghatározó té-

nyezőket számos nemzetközi tanulmány vizsgálta, és az alábbi pozitív, illetve negatív faktorokat azonosították be (1. táblázat).

1. táblázat: Háztartások zöld beruházásait meghatározó tényezők a vonatkozó nemzetközi szakirodalom alapján
Factors influencing green investments of households based on relevant international literature
 háztartások zöla beruházásait meghatározó tényezők

Szempont	Pozitív tényezők	Negatív tényezők
Gazdaságossági tényezők	Magas várható bevételek Jacksohn et al. 2019, Balcombe, Rigby, Azapagic 2014	Magas várható költségek Jacksohn et al. 2019, Korcaj, Hahnel, Spada 2015
	Pozitív beruházás-gazdaságossági mutatók (pl. NPV, IRR) Jacksohn et al. 2019 Zsiborács, Pályi, Demeter 2012 Támogatások, hitelkonstrukciók megléte Balcombe, Rigby, Azapagic 2014	Negatív beruházás-gazdaságossági mutatók (pl. NPV, IRR) Jacksohn et al. 2019, Zsiborács, Pályi, Demeter 2012
	Magas nettó jövedelem (de csak egy bizonyos szintig) Ameli, Brandt 2015, Lukanov, Kriger 2019 Szakály et al. 2021	Alacsony nettó jövedelem Ameli, Brandt 2015, Lukanov, Krieger 2019 Szakály et al. 2021
	Magas iskolázottsági szint Mills, Schleich 2012 Czibere, Kovách, Megyesi 2020 Szakály et al. 2021 Többgyermekes család Jacksohn et al. 2019 Mills, Schleich 2012	Alacsony iskolázottsági szint Mills, Schleich 2012 Czibere, Kovách, Megyesi 2020 Szakály et al. 2021 Családfő magasabb életkora Willis et al. 2011 Mundaca, Samahita 2020 Ameli, Brandt 2015
Lakhatási feltételek	Családi ház Jacksohn et al. 2019	Társasházi lakás Jacksohn et al. 2019
	Saját tulajdonú ingatlan Ameli, Brandt 2015	Bérelt lakás Ameli, Brandt 2015
	Vidéki környezet Jacksohn et al. 2019	Városi környezet Jacksohn et al. 2019

Szempont	Pozitív tényezők	Negatív tényezők
Viselkedéstani, attitűd jellegű tényezők	Környezettudatosság (pl. környezetvédelmi NGO tagság, zöldpártra szavazás, környezettudatos szemléletmód)	
	Mundaca, Samahita 2020,	
	Ameli, Brandt 2015,	
	Kastner, Matthies 2016,	
	Czibere, Kovách, Megyesi 2020,	
	Szakály et al. 2021	
	Láthatóság-hallhatóság (pl. a szomszédnak is van napeleme, vagy ismert személy ajánlja a telepítést)	
	Mundaca, Samahita 2020	
	Kastner, Matthies 2016	
	McMichael, Shipworth 2013	
	Presztízs	
	Mundaca, Samahita 2020	
	Imitációs hatás, ún. spill-over terjedés	
	Müller, Trutnevyte 2020	
	Kurdgelashvili et al. 2019	
	Rode, Weber 2016	
	Graziano, Gillingham 2014	
Technológiai innovációban való részvétel, illetve annak előnyeinek élvezése, mint motiváció, „early adopter” szerepre való törekvés		
Schelly 2014		
Újdonságokra nyitott személyiségtípus	Konzervatív értékrendű személyiségtípus	
Jacksohn et al. 2019	Jacksohn et al. 2019	
Busic-Sontic, Fuerst 2018	Kastner, Matthies 2016	
Saját energiafogyasztás, illetve szomszéd energiafogyasztásának ismerete	Információhiány	
Ameli, Brandt 2015	Mundaca, Samahita 2020	
Autarkiára, önellátásra való törekvés	Balcombe, Rigby, Azapagic 2014	
Korcaj, Hahnel, Spada 2015		
Balcombe, Rigby, Azapagic 2014		

Forrás: saját szerkesztés

Thaler és Sunstein (2008), illetve Camerer és szerzőtársainak (2003) munkássága révén vált széles körben ismertté az ún. „nudge” vagy „nudging” (bökés, lökés) mint politikai eszköz fogalma. A hagyományos megújuló politikák főként szabályozási, illetve pénzügyi/adózási eszközökön alapulnak, tehát a már fentebb említett főáramú közgazdasági racionalitást veszik alapul. Ezek természetesen

fontos hatással vannak az emberek viselkedésére, amelyet azonban olyan ún. kognitív faktorok is meghatároznak, mint a környezetvédelmi fenntarthatóságról vallott általános nézetek, a zöldtermékeket előnyben részesítő értékrend, valamint a bizonyos referenciacsoportokhoz köthető társadalmi normák (ezeket a fenti táblázatban viselkedéstani, attitűdjellegű tényezőknak neveztük).

A hagyományos ösztönzők sokszor csak gazdasági motivációt jelentenek, és nem változtatják meg az alapvető viselkedésmintákat. A „nudging” azonban úgy változtatja meg az emberek magatartását, hogy az egyfelől kiszámítható, másfelől nem tilt semmilyen opciót, valamint nem változtatja meg számottevően a gazdasági ösztönzőket. Ez a magatartás megváltoztatásának egy költséghatékony módja (Giest, Mukherjee 2018).

Momsen és Stoerk (2014) szerint az energiafogyasztás terén gyakran létezik szakadék a szándék, illetve a cselekvés között. Az USA-ban, az Egyesült Királyságban, illetve európai országokban végzett kérdőíves felmérések azt mutatják, hogy a válaszadók 50-90 százaléka támogatja a megújuló energiákat, akár egy kisebb felárért cserébe is. Ezzel szemben kevesebb, mint három százalékuk vásárol ténylegesen megújuló energiát. Thaler és Sunstein (2008), valamint Camerer és szerzőtársai (2003) úgy vélekednek, hogy a szándék és a cselekvés közötti szakadék azt mutatja, hogy az egyének viselkedése korlátozottan racionális a hagyományos, illetve a megújuló energia közötti döntés során. Mivel az egyének gyakran képtelenek feldolgozni az új információkat, sokszor nem a hosszú távú érdekeiknek megfelelően cselekszenek. Itt jönnek a képbe a „nudge”-ok mint költséghatékony és könnyen bővíthető politikai eszközök. További előnyük, hogy nem bírnak kényszerítő erővel: az egyének az eredeti opciók közül választhatnak. Korábbi vizsgálatok rámutattak arra, hogy az energiafogyasztás csökkentése szempontjából mennyire bizonyultak hatékonyak a „nudge” eszközök.

A „nudging” hagyományos és megújuló energia közötti választásra gyakorolt hatását először Momsen és Stoerk (2014) vizsgálták kérdőíves kutatásuk során. A szerzők az alábbi nudge-okat alkalmazták:

1. „Alapozás” („*priming*”): olyan kérdéseket tettek fel, hogy kíván-e a jövőben megújuló energiát vásárolni, illetve arra kérték a résztvevőket, hogy idézzék fel a klímaváltozás és az energiatermelés közötti kapcsolatokat. Ez a várakozások szerint negatívabb színben tünteti majd fel a hagyományos energiatermelést.
2. „Mentális könyvelés” („*mental accounting*”): az egyének általában különböző „mentális számlákra” „könyvelik el” a költségeiket (fogyasztói igények kielégítése vagy „etikai számla”). Mivel a megújuló energiára való költség inkább etikai jellegű, arról tájékoztatták a résztvevőket, hogy például a 15 dolláros etikai jellegű költségük (amely megfelelt a hagyományos és megújuló energia közötti költségkülönbségnek) nem volt sikeres, mivel a dotált NGO megszűnt. Ettől azt várták, hogy az „etikai számla” feltöltése érdekében a megújulóenergia-szerződést fogják választani.

3. „Keretezés” („*framing*”): a résztvevőkkel közölték, hogy a hagyományos energiára vonatkozó szerződés mekkora addicionális CO₂-kibocsátással járna a megújuló energiára vonatkozó szerződéshez képest. Ettől azt várták, hogy az egyén kevésbé hajlik a káros opció választására.
4. „Csali” („*decoy*”): ez esetben a „csali” egy olyan harmadik alternatíva felajánlása, mely a környezetbarát döntés felé tereli a válaszadót.
5. Társadalmi normák: korábbi kutatások is azt mutatják, hogy az emberek általában meg kívánják felelni mások véleményének, illetve magatartásának. Ha például valaki ismeri a szomszédja energiafogyasztását, és az kisebb, mint az övé, akkor maga is csökkenteni fogja a sajátját. Ezen az alapon a felmérésbe beillesztették a következő állítást is: tegyük fel, hogy az energiaszolgáltatótól azt az információt kapja, hogy a szomszédainak többsége 50 százalékban megújuló energiát használ.
6. Alapértelmezett eset („*default*”): más kutatások (lásd Pichert, Katsikopoulos 2008) azt mutatják, hogy többen vesznek megújuló energiát akkor, ha a megújuló energiára vonatkozik az alapértelmezett szerződés. Ily módon a „*default nudge*” azt jelenti, hogy arról tájékoztatják a résztvevőket, hogy az ő körzetükben az 50 százalékban megújuló energiát tartalmazó szerződés az alapértelmezett, de ettől eltérhetnek a 100% hagyományos energia irányába. Ha igaz a feltételezés, akkor a résztvevők inkább az alapértelmezett esetet választják, és nem fognak aktív döntést hozni.

A kutatók azt vizsgálták meg, hogy a kontrollcsoporthoz képest (azaz amikor nem alkalmaznak *nudge*-eszközt) bármelyik *nudging* csoportban nagyobb-e a valószínűsége annak, hogy a megújulóenergia-szerződést választják a résztvevők. A kontrollcsoport valószínűsége 48,2% volt, ez jelentette a kiindulási alapot. Egyes *nudge*-ok úgy működtek, ahogy azt a kutatók elvárták, tehát növelték a megújulóenergia-szerződés választásának valószínűsége: alapozás – 56,7%, társadalmi normák – 58%, alapértelmezett eset – 69,7%. Érdekes módon azonban egyes *nudge*-ok negatív hatást váltottak ki: a mentális könyvelés például csak 34,2 százalékos valószínűségeet eredményezett. Az egyes *nudge*-ok szignifikanciáját vizsgálva azonban megállapítható, hogy csak az alapértelmezett eset („*default nudge*”) volt statisztikailag szignifikáns hatással a választás valószínűségére. Ebben az esetben kiemelkedően magas aránnyal, mintegy 45 százalékkal nőtt a megújulóenergia-szerződés választásának valószínűsége. Azt viszont nem tudták megmagyarázni a kutatók, hogy a *default nudge* miért bizonyult ennyire hatékony eszköznek (Momsen, Stoerk 2014).

Kasperbauer (2017) a *nudging*-gal kapcsolatos aggályokat kívánja bemutatni, illetve eloszlatni azokat a fenntartható energiafogyasztásra vonatkozóan. A *nudging*-gal szembeni legfőbb ellenvetések etikai jellegűek: túl paternalista eszközök, amelyek csökkentik az emberek döntési autonómiáját. Az energetikai szektorban azonban főként az egyénen kívül álló tényezők határozzák meg az energiatermelést és -fogyasztást. Az energetikai infrastruktúra kiépítése például

megelőzi az egyéni döntést, amelyet a társadalmi normák is alapvetően meghatároznak (Thaler, Sunstein 2008). Ily módon a nudging-gal szemben támasztott etikai akadályok Kasperbauer szerint a fenntartható energiafogyasztást befolyásolni kívánó politikák esetében nem relevánsak, ezeket az eszközöket nyugodtan lehet alkalmazni. Ő is említi a default nudge fontos szerepét, amikor is a megújuló energia már egy alapvető opció, például szerepel az energiaszolgáltató alapkinálatában, ezért az attól való eltérés válik egyfajta különutas magatartássá, amelyet értelemszerűen nem sokan választanak (akkor sem, ha az olcsóbb). A társadalmi normák mint nudge-ok is működőképesek, tehát amikor valakit például informálnak szomszédai átlagos energiafogyasztásáról, akkor ő maga is csökkenteni fogja a sajátját.

Háztartási energiahasználatok attitűdmegközelítése

Évtizedek óta ismert, hogy a fenntarthatóbb fogyasztási minták kisebb anyag- és energiaigénnyel, több közösségi szolgáltatással, több szellemi termékkel elégítik ki az igényeket és szükségleteket (Czippán 2014). Valójában az is régen ismert, hogy vannak az energiatermelésnek és -fogyasztásnak a XX. században megszokottnál „szelídebb” változatai.

Amory Lovins, a „szelíd energia” egyik úttörője „Szelíd energia-útvonalak” című esszéjében (Lovins 1977) a „durva” és a „szelíd” stratégia közötti lényegi különbséget abban látja, hogy a különböző megközelítésekben az energiaprobléma két teljesen eltérő felfogása fejeződik ki. A „durva” azon a feltételezésen alapul, hogy minél több energiát használunk, annál jobban élünk. Ezzel szemben a „szelíd” stratégia azt kérdezi, hogy mi is az a sok különböző feladat, amelyet az energia segítségével megkísérlünk elvégezni, valamint hogy miként végezhetjük el ezeket a feladatokat kevesebb energiával. Utóbbi megközelítés része a megújulóenergia-használatok bővítése is, azaz ahogy sokan kifejezik, a „zöldenergia”: az az energia, amelyet nem termelünk meg, vagy megújuló energiát termelünk.

Nagyon sok múlik azon, hogy az egyén, a fogyasztó mit és milyen módon használ. Éppen ezért személetformáló kampányok, műsorok Magyarországon már az 1980-as években elindultak. 1986-ban jelent meg „Walaki”, hogy lekapcsolja az égve maradt lámpákat, szigeteljen, energiatakarékossá tegye az ajtókat, ablakokat, leolvassa a hűtőszekrényt, és emellett egyéb hasznos takarékos megoldásra hívta fel az emberek figyelmét. Aztán érkezett „Forgó Morgó” a nyolcvanas évek végén, akinek alakját a kétezres évek végén felélesztette a háztartási gépgyártók szövetsége, és a mai napig elérhető figura. A megújuló energiák használatára vonatkozó célzott hazai országos kampányt nem ismerünk, de a MEKH „Energiakövetek” évek óta működő, fiataloknak szóló szemléletformáló akciójában a megújulóenergia-használatok is szerepelnek.

Az ilyen jellegű szemléletformáló kampányok, illetve a már korábban említett ún. „nudging” politikai eszközök kialakításához is fontos tudni, hogy az emberek milyen, a közgazdasági racionalitáson felüli jellemzők, attitűdök mentén döntenek a zöld beruházások mellett. Ebben a fejezetben az ezt vizsgáló nemzetközi szakirodalom eredményeit kívánjuk összefoglalni. Az itt bemutatott attitűdjellegű tényezők további hazai empirikus kutatásokat is megalapozhatnak és ösztönözhetnek.

Az OECD egyik tanulmánya (Ameli, Brandt 2015) egy 11 OECD országra kiterjedő, a háztartások környezetvédelmi viselkedését és attitűdjét felmérő kérdőív eredményeit mutatta be. A felmérés arra enged következtetni, hogy a nagyobb jövedelmű, saját ingatlant birtokló háztartások nagyobb eséllyel fognak bele zöld beruházásokba (megújuló energia, energiahatékonysági beruházások), mint az alacsonyabb jövedelemmel rendelkezők, illetve az ingatlanbérletlők. A környezettudatos háztartások nagyobb hajlandóságot mutatnak a zöld beruházásokra. Míg az energiahatékonysági beruházásokra (szigetelés, energiahatékony világítás) való hajlandóság a válaszadó korával párhuzamosan nő, addig az olyan innovatívabb technológiák esetében, mint a hőszivattyúk, az életkor növekedésével csökken a beruházási hajlandóság. A jövedelmi hatás az alacsonyabb bevételű háztartások esetében a legerősebb, míg a magas jövedelműek esetében ez a hatás természetesen kiegyenlítődik (egy bizonyos szint felett egységnyivel magasabb jövedelem már csak marginális hajlandóságnövekedést eredményez). A kérdőíves felmérés adatai alapján az iskolázottság szintje nem magyarázta a zöld beruházásokra való hajlandóságot (holott ez más vizsgálatokban tényezőként jelent meg).

Egy régebbi, tíz EU-s tagállamban és Norvégiában készített vizsgálat (Mills, Schleich 2012) arra az eredményre jutott, hogy az idősebb korosztályt képviselő háztartások kevésbé tudják befogadni az új technológiákat, és inkább a pénzügyi megtakarításra helyezik a hangsúlyt, emellett pedig energiafogyasztásukat sem követik nyomon. Ezzel szemben a több kisgyermeket nevelő háztartások jobban odafigyelnek az energiafogyasztásokra, környezetvédelmi megfontolások alapján is támogatják a megújuló technológiákat, nyitottabbak ezen a téren. A vizsgálat eredményei alapján az iskolázottság szintje is meghatározó tényező, azaz minél magasabbban képzettek a háztartásban élők, annál inkább hajlamosak alkalmazni az energiahatékonyságot növelő, illetve megújuló technológiákat. Az egyetemi végzettséggel rendelkezők inkább a CO₂-kibocsátás csökkentésének célját jelölték meg motivációként, és jóval kevésbé a gazdaságossági tényezőket. Az ingatlantulajdonosok természetesen hajlandóbbak (illetve képesek) befektetni az ingatlan zöld fejlesztésébe (például szigetelés, megújuló energiák), míg a bérletlők inkább az ingóságokba (például energiahatékony berendezések, energiahatékony világítás) való befektetéseket választják. Érdekes hatás az is, hogy az újonnan beköltözők hajlamosabbak zöld beruházásokat kivitelezni, mint a már régebben ott élők. Továbbá az energiafogyasztás mértékének ismerete (például a fogyasztás diktálása révén) is jobban ösztönzi a háztartásokat az energiahatékonysági beruházásokra.

Egy néhány évvel ezelőtti született tanulmány (Korcaj, Hahnel, Spada 2015) megállapítása, hogy míg sok háztartás lenne hajlandó napelembe beruházni, csak kevesen tervezik, hogy ténylegesen meg is valósítsák. A szerzők azt javasolják, hogy az attitűd pozitív irányú befolyásolására alkalmas lenne az energiatárolási technológiákat fejleszteni, illetve elterjeszteni, mert ez nagyobb mértékű önellátást tesz lehetővé.

Egy friss svédországi kutatás (Mundaca, Samahita 2020) arra az eredményre jutott, hogy a háztartások nem csupán a pénzügyi ösztönzők növelésével telepítenek nagyobb eséllyel napelemeket, hanem az ún. láthatóság (*visibility*), illetve „hallhatóság” (főként, ha ismert személy ajánlja a telepítést) is pozitív hatással van döntéseikre. A tanulmány egyértelművé teszi, hogy a környezettudatosság is fontos szerepet játszik, miután vizsgálták a környezettudatosságot, környezetvédelmi kérdésekben való aktivitást, környezetvédelmi problémák iránti fogékonyságot, környezetvédelmi szervezetben való tagságot is. Eredményeik arra mutatnak rá, hogy az idősebbek körében kisebb a telepítési hajlandóság, s hogy a háztartás bevétele kevésbé szignifikáns tényező. Hátráltató hatást jelent a kellő információk korlátozott elérhetősége: ez is mutatja, hogy az ún. „peer”-hatások, tehát a láthatóság/hallhatóság mennyire fontosak a támogatások mellett, amennyiben pedig a támogatásokat kivezetik, ez a hatás még jelentősebb lesz. A napelem-telepítés egyfajta környezettudatos „imidzset” is közvetíthet, azaz egyfajta presztízsviselkedés is lehet, amelynek jelentősége a napelemek helyi elterjedésével csökkenhet. A fentiekből az következik, hogy nem elégséges a nemzeti szintű támogatási politika, helyi szinten is erősíteni kell a „peer”-hatásokat (például helyi napelem közösségi szervezetek támogatása, napelem „klíring házak”² létrehozása), azaz a pénzügyi és egyéb támogatási opciók együttes alkalmazására van szükség.

Müller és Trutnevyte (2020) a svájci háztartási napelemhasználat elemzésével arra az eredményre jutott, hogy a leginkább meghatározó tényező mindegyik regressziós modellben a kiaknázható napelem-potenciál. A háztartás mérete, a népsűrűség, illetve a villamosenergia-árak a napelemprojektek számára, illetve kapacitására egyaránt pozitív hatással van. Az egy főre eső napelem-projektszám, illetve kapacitás tekintetében a kiaknázható napelem-potenciál, illetve a háztartás mérete bizonyult a leginkább meghatározónak, míg a terméketlen terület aránya negatív hatással volt a napelemek terjedésére; ennek az oka azonban nem derült ki az elemzésből. A nettó egy főre jutó jövedelem, valamint a villamosenergia-kereslet nincs szignifikáns hatással a napelem-használatokra, illetve azok kapacitására,³ bár az egy főre vetített adatok esetében a nettó egy főre jutó jövedelem negatív, míg a villamosenergia-kereslet pozitív hatással bírt. A 65 év feletiek aránya az egy főre vetített adatokra nem volt hatással, azonban az abszolút adatokkal pozitív értelemben korrelált. A területi autoregressziós elemzésből kiderült, hogy erős területi „spillover” hatások érvényesülnek mindegyik függő változó, különösen az egy főre vetített napelem-projektszám/kapacitás esetében.

Ez az eredmény várható volt, hiszen a lakossági napelemprojekteknél erősebbek a „spillover” típusú hatások (lásd imitációs hatás, Kurdgelashvili et al. 2019).

Kurdgelashvili és szerzőtársai kaliforniai vizsgálatok alapján azt találták, hogy mind az iskolázottság, mind a jövedelem szintje statisztikailag szignifikáns tényezők, de a két tényező közötti multikollinearitás miatt a legtöbb vizsgált modellben kisebb a jövedelem jelentősége. Ennek alapján elmondható, hogy az iskolázottság szintje a leginkább robusztus magyarázó változó, azaz az összességében magasabb iskolázottsági szintű megyékben kisebb az imitációs hatás (Kurdgelashvili et al. 2019).

Egy másik tanulmány Wisconsin államban, interjúk alapján vizsgálta, hogy mi befolyásolta a háztartásokat a napelemes technológia választásában. Kiderült, hogy a környezetvédelmi értékek önmagukban nem magyarázzák a terjedést, sőt nem is mindig szükségesek az elterjedés motiválásához. Ezen felül a szűkebb értelemben vett gazdasági kalkuláció, azaz a befektetés megtérülése vagy a megtérülési idő kevésbé fontos tényező, mint a háztartáson belüli gazdasági döntések konkrét időzítése. Az ún. „*early adopter*” szerepe csak néhány válaszadó számára volt fontos, míg a társadalmi hálózatokon keresztül zajló kommunikáció az információs közösségek kontextusában történik. Érdekes módon a wisconsiniai egy része azt jelölte meg motivációként, hogy élvezni kívánja a technológiai innováció nyújtotta előnyöket (Schelly 2014).

A fentiek alapján tehát elmondható, hogy a háztartások napelemes beruházásait sokszor nemcsak a közgazdasági racionalitás motiválja, hanem más célok (például környezettudatosságra, önellátásra való törekvés), illetve bizonyos egyéb tényezők (így a peer-hatások, az imitációs hatás, a presztízs) is meghatározóak lehetnek a beruházási döntésben. Ez a szakpolitika számára is fontos felismerés lehet, hiszen a „kemény” („hard”) támogatási eszközök (beruházási támogatások, kedvezményes hitelek) mellett az ún. „puha” („soft”) eszközöknek is meghatározó szerepe lehet a lakossági napelemes beruházások ösztönzésében.

A továbbiakban először a hazai lakossági energiafelhasználás jelenlegi szerkezetét mutatjuk be, hiszen az nagymértékben behatárolja a napelemes beruházások terjedését. Ezt követően a lakossági épületállomány, jövedelemszint, valamint a háztartási méretű napelem-kapacitás területi sajátosságait, illetve e tényezők egymásra gyakorolt hatásait kívánjuk empirikus vizsgálattal elemezni. Tanulmányunk nem terjed ki az elméleti részben bemutatott többi lehetséges beruházási tényező hatásának vizsgálatára, mivel ezekre vonatkozóan nem áll rendelkezésünkre megbízható adat. További kutatások tárgyát képezheti azonban e tényezők (különösképpen az attitűdjellegű tényezők) hatásainak feltárása a háztartási napelemes telepítésekre vonatkozóan, hiszen ez megalapozhatja a „puha” („soft”) politikai eszközök bevezetését is.

A lakossági energiafelhasználás szerkezete hazánkban

Hazánkban a lakossági energiafelhasználásról átfogó képet a 2. táblázat alapján kaphatunk.

2. táblázat: Háztartások végső energiafelhasználása Magyarországon, felhasználási célok szerint, 2019 (terajoule, TJ)

Final energy consumption of Hungarian households according to intended use in 2019 (terajoule, TJ)

<i>Megnevezés</i>	<i>Elmes</i>	<i>Hűtés</i>	<i>Használati meleg víz</i>	<i>Fűtés</i>	<i>Világítás és elektromos készülékek</i>	<i>Összesen</i>
Villamos energia	1 407	569	12 349	1 473	26 025	41 825
Táv hő	14 064		4 986	0		19 050
Földgáz	96 840		12 003	8 090		116 933
Szén és széntermékek	2 954		0	0		2 954
Kőolajtermékek	394		438	2 260		3 091
Megújulók	52 356		1 450	19		53 825
Összesen	168 015	569	31 226	11 842	26 025	237 679

Forrás: MEKH (2021b)

A fűtési felhasználás Magyarországon európai összehasonlításban is nagyon magas, 71%-os arányú volt 2019-ben, a hűtési célú energiafelhasználás aránya viszont elhanyagolható, jóval 1% alatti volt, míg a világítás és elektromos készülékek⁴ 11%-os arányt képviseltek. Az energiahordozók szerinti megoszlásról elmondható, hogy dominál és egyre növekvő arányú a földgáz, ugyanakkor csökkenő arányú a fa felhasználása. Az energiafelhasználásban a földgáz meghatározó 49%-kal, utána következnek a megújulók (gyakorlatilag tűzifa, ide nem értve a háztartási napelemek által termelt villamos energia felhasználását) 23%-kal, majd a villamos energia (18%) követi, amely a használati meleg víz előállításában (villanybojler) is fontos szerepet tölt be. Ezek az arányok meglehetősen stabilak voltak az elmúlt években, kivéve a tűzifa-felhasználás visszaszorulását a földgáz javára.

A lakossági energiafelhasználást meghatározó fontos tényezők a lakóépületek típusa, mérete, energetikai és egyéb jellemzői. A KSH népszámlálási adatai alapján⁵ 2011-ben az összesen 4,39 millió lakásból 3,91 millió volt a lakott lakások száma. A KSH Háztartási költségvetési és életkörülmény adatfelvétel (HKÉF) minta teljeskörűsítése alapján 2015-ben a háztartások száma 4,14 millió volt. A fűtési energiahordozók eloszlása településtípusonként jelentősen eltérő (a 2011-es népszámlálás alapján), megoszlásuk a 3. táblázatban látható. A szilárd biomasszafűtés jelenléte a fővárosban elhanyagolható, a városokban azonban már 30% feletti (vegyes tüzeléssel együtt), a falvakban pedig a kétharmados arányt is meghaladta.

2015-ben az energiamodullal kiegészített Háztartási költségvetési és életkörülmény adatfelvétel (HKÉF) kérdőíve tartalmazta a használati meleg víz előállításához felhasznált energiahordozók felsorolását, amelynek eredményét az alábbi egyszerűsített 4. táblázatban foglaljuk össze.

3. táblázat: A fűtési célra megjelölt energiahordozó előfordulások megoszlása
2011-ben településtípusonként

Distribution of energy carriers used for heating purposes by type of settlement in 2011

<i>Energiahordozó</i>	<i>Főváros</i>	<i>%</i>	<i>Községek, nagyközségek</i>	<i>%</i>	<i>Városok</i>	<i>%</i>
Földgáz	506 288	64,30%	285 051	26,73%	958 023	46,54%
Szilárd biomassza	7 192	0,91%	417 293	39,12%	277 002	13,46%
Földgáz és biomassza	19 354	2,46%	269 987	25,31%	316 440	15,37%
Távfűtés	221 380	28,12%	2 423	0,23%	383 775	18,64%
Egyéb fűtőanyagok	15 975	2,03%	20 519	1,92%	38 520	1,87%
Villany	12 823	1,63%	3 768	0,35%	15 657	0,76%
Szén és biomassza	2 919	0,37%	63 331	5,94%	62 881	3,05%
Megújuló energiaforrás	739	0,09%	384	0,04%	1 319	0,06%
Szén	363	0,05%	3 751	0,35%	4 597	0,22%
Fűtőolaj	301	0,04%	81	0,01%	293	0,01%
<i>Összesen</i>	<i>787 334</i>	<i>100,00%</i>	<i>1 066 588</i>	<i>100,00%</i>	<i>2 058 507</i>	<i>100,00%</i>

Forrás: KSH Népszámlálás 2011

A háztartások fűtéshez használt energiatermékek szerinti megoszlását az alábbi egyszerűsített 5. táblázat mutatja be.

A fenti tényezők segítenek körbejárni a hazai lakásállomány energiafelhasználási szerkezetét, amely behatárolhatja a napelemek elterjedését is: a lakóépületek típusa (családi ház, társasház) mellett a hazai energiafelhasználást nagyban meghatározó infrastrukturális adottságok is determinálhatják a napelemek elterjedését, hiszen a világítás és elektromos készülékek mellett a villamos energia több mint 1,7 millió háztartásban a használati meleg víz előállításában is nélkülözhetetlen.

4. táblázat – A HMV előállításához használt energiatermék, HKÉF'15
Energy products used for the production of domestic hot water, according to the „Household budget and living conditions data collection” in 2015

<i>HMV előállításához használt energiatermék</i>	<i>Háztartások száma</i>
Villamos energia	1 714 561
Földgáz	1 357 455
Távhő	619 108
Villamos energia és földgáz	149 773
Szilárd biomassza	67 572
PB gáz és szilárd biomassza	52 036
PB gáz	46 702
PB gáz és villamos energia	21 090
PB gáz és földgáz	10 020
Egyéb vagy nincs	102 801
<i>Összesen</i>	<i>4 141 118</i>

Forrás: KSH, HKÉF'15

5. táblázat – A főzéshez felhasznált energiatermék, HKÉF'15
 Energy products used for cooking according to the „Household budget
 and living conditions data collection” in 2015

Főzéshez használt energiatermék	Háztartások száma
Földgáz	2 508 319
PB gáz	801 692
Villamos energia	407 220
Villamos energia és földgáz	279 688
Földgáz és PB gáz	60 210
Villamos energia és PB gáz	31 743
Villamos energia, földgáz és PB gáz	23 190
Szilárd biomassa	6 573
Egyéb vagy nincs	22 483
Összesen	4 141 118

Forrás: KSH, HKÉF'15

A háztartási meleg víz előállításának módjában jelentős aránybeli különbségek mutatkoznak az egyes lakástípusok között. Míg a gázfűtésű lakóépületekben elsősorban a cirkó- vagy gázbojlerek dominálnak, addig a vegyes vagy szilárd fűtésűeknél a villanybojlerek gyakoribbak. Szembetűnő továbbá a vegyes vagy szilárd fűtésű kis családi házak esetén a meleg vízzel nem rendelkező háztartások magas, több mint 20 százalékos aránya (ez az összes háztartás 2,35 százaléka).

Magyarország lakossági napelemes telepítésének területi sajátosságai

Magyarország épített környezete, lakásállománya⁶

Magyarország lakosságának jelentős hányada (több mint 60% [Eurostat 2018]) él családi házas övezetben. A családi házak aránya jellemzően a településhierarchia mentén mutat jelentős különbséget, vagyis minél nagyobb egy település, jellemzően annál kisebb a családi házak aránya a lakásállományon belül. Ehhez képest kevésbé meghatározóak a térségi különbségek, amelyek alapján az alföldi városokban kicsit magasabb a családi házak aránya, mint a Dunántúlon és Észak-Magyarországon. A legutóbbi népszámlálás (KSH Népszámlálás 2011) adatai alapján a fővárosban mindössze 20% volt a családi házas, falusias jellegű lakóövezetben található lakások aránya, a megyeszékhelyeken, megyei jogú városokban ez az arány 31%, a többi városban 63%, míg a községekben, nagyközségekben pedig 93% (összességében 56% volt az ilyen jellegű övezetekben található lakások aránya). Ez azért fontos, mert a napelemeket jellemzően a családi házak tetőszerkezetére rögzítik.

A panellakások, társasházak esetében ennek kivitelezése nehézségekbe ütközik: egyrészt a napelemszerkezet nagysága (illetve a több egységből álló „park”

területi kiterjedtsége) és a lakásonként lefedhető terület nem egyezik; ez utóbbi jóval kisebb, mint az előbbi. További akadályt jelenthet, hogy közösségi tulajdoni hányad alá tartozik a társasház/panellakás fala, melyre a szerkezet rögzíthető lenne, így ez számos jogi kérdést is felvet. Ennek következtében a családi házas övezetek jelentik a potenciális felhasználói bázist.

A hazai jövedelemszint alakulása

A lakossági jövedelemszint mérésére az egyik legalkalmasabb mutató az szja-alapot képező belföldi jövedelem. A főváros agglomerációja, valamint a nyugat-magyarországi régió az országos átlagot jelentősen meghaladja, ezen túlmenően a megyeszékhelyek és néhány további város van kedvezőbb anyagi helyzetben. Ez fontos tényező lehet a magánszemélyek napelemes kiserőmű-telepítése szempontjából, mert egy ilyen megújuló beruházás számottevő háztartási önerőt is igényel. Egy 4 kW-os, háztetőre szerelt napelem beruházási költsége jelenleg kb. bruttó 1,8 millió Ft, amely kb. négyhavi átlagjövedelemnek felel meg.⁷

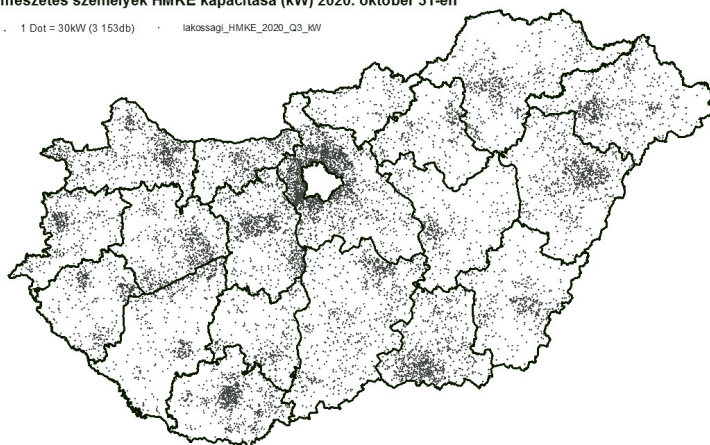
Kumulált, magánszemélyek által telepített HMKE kapacitás 2020. október 31-én

A hazai lakosság napelemes energiaszolgáltatásának bemutatását a nyers adatok területi megoszlásával kezdjük, és ezt követően normáljuk, fajlagosítjuk egyébként olyan tényezőkkel, amelyek befolyásol(hat)ják a területi eloszlást. Ha megvizsgáljuk a kumulált, magánszemélyek által telepített HMKE kapacitás nyers adata-

2. ábra: Természetes személyek HMKE kapacitásának területi megoszlása 2020. október 31-én (kW)
*Spatial distribution of natural persons' household sized power plant capacity
in Hungary as of 31 October 2020 (in kW)*

Természetes személyek HMKE kapacitása (kW) 2020. október 31-én

1 Dot = 30kW (3 153db) lakossagi_HMKE_2020_Q3_KW

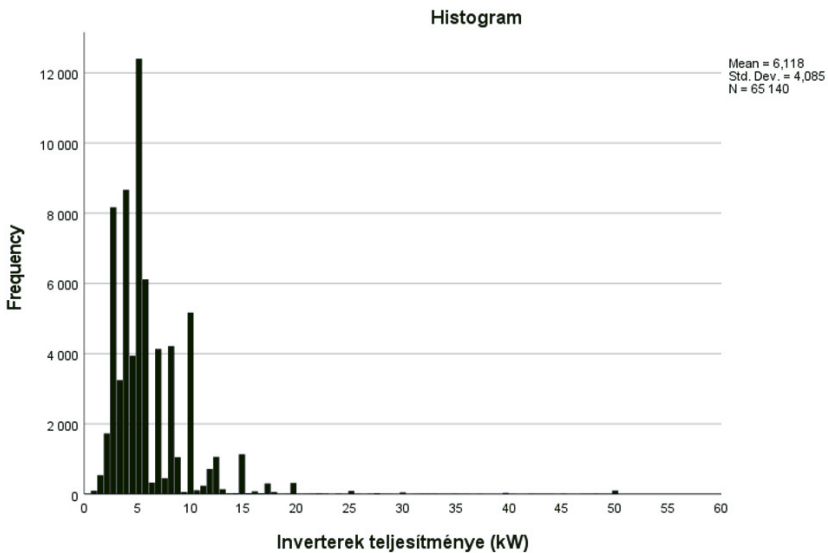


Forrás: MEKH adatok alapján saját szerkesztés

it, akkor látható, hogy Budapest agglomerációja és a megyeszékhelyek többsége jelentős felhasználói bázist mutat (2. ábra).

Ha az alábbi hisztogramon (3. ábra) megvizsgáljuk, hogy mekkora napelemeket építenek, akkor megállapíthatjuk, hogy az átlagos méret 6,1 kW, a módusz, vagyis a legnépszerűbb teljesítmény 5 kW (amely egyben medián is), amelyből 12 172 db található. Bár létezik egészen 50 kW-ig sok napelemes háztartási méretű naperőmű, de az erőművek 95%-a 12,5 kW alatti méretű.

3. ábra: Napelemes inverterek teljesítményének megoszlása 2020. október 31-én
Distribution of solar inverter capacity in Hungary as of 31 October 2020

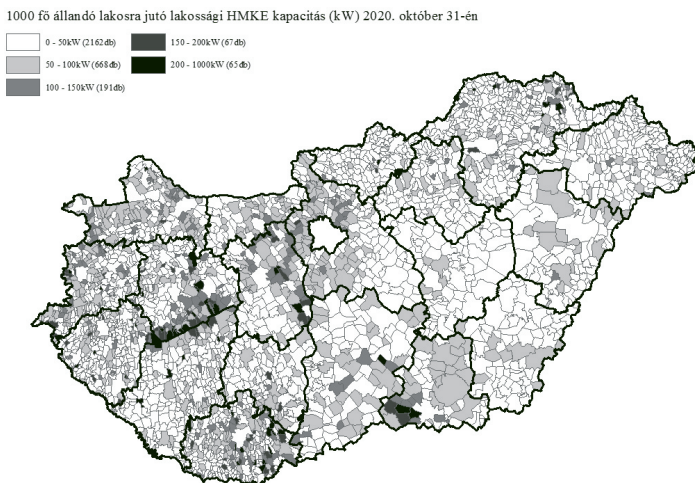


Forrás: MEKH adatok alapján saját szerkesztés

Lakosságarányos, magánszemélyek által telepített HMKE kapacitás

Ha a magánszemélyek által telepített HMKE kapacitást 1 000 lakosra fajlagosítva vizsgáljuk meg, akkor árnyaltabb képet kapunk (4. ábra). Míg a nyers adatok tekintetében kiugrónak tekinthető a fővárosi agglomeráció, ezer főre számítva már inkább csak átlag felettinek mondható az agglomerációban található települések jó része (az átlagos település fajlagosan 38,6 kW lakossági HMKE kapacitással rendelkezik 1 000 fő állandó lakosra vetítve). A legnagyobb fajlagos kapacitás összefüggő térségeit egyes nagyvárosok környékén, a Balaton északi partján, kicsit kisebb mértékben a Velencei-tó partján, valamint Baranya északi részén és Szeged környékén találjuk. A kisebb települések között, fekvésüktől függetlenül, néhány kiugróan magas fajlagos értékű található, amely a kisebb lakosságszámmal és feltételezhetően egy-egy helyi innovátor vagy napelemes piaci szereplő szerepével magyarázható.

4. ábra: 1000 fő állandó lakosra jutó lakossági HMKE kapacitás (kW) területi megoszlása 2020. október 31-én
Spatial distribution of residential household sized power plant capacity (in kW) per 1000 permanent residents in Hungary as of 31 October 2020



Forrás: MEKH, KSH adatok alapján saját szerkesztés

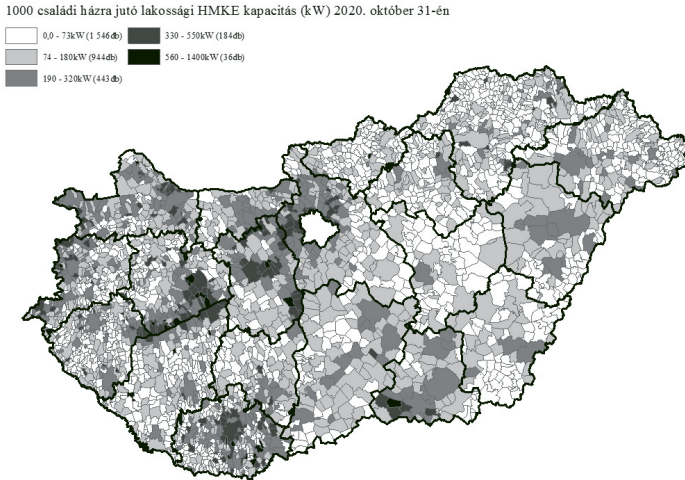
A magánszemélyek által telepített HMKE kapacitás és a családi házak területi megoszlásának összefüggései

A magánszemélyek egyik legmeghatározóbb lakossági napelemes telepítése a családi házak tetőszerkezetére történő rögzítés, ezért érdemes megvizsgálni, hogy csak a családi házakon belül milyen arányban van jelen ez a fajta energiaforrás-felhasználás (5. ábra).

Ez alapján is egyértelműen kirajzolódik a Balaton térsége, a Nyugat-Dunántúl, a budapesti agglomeráció (ahol a családi házak aránya kisebb, de a családi házakhoz viszonyított arány nagyon magas), Debrecen és környéke, Szeged és környéke, Baranya megye egy része (6. ábra).

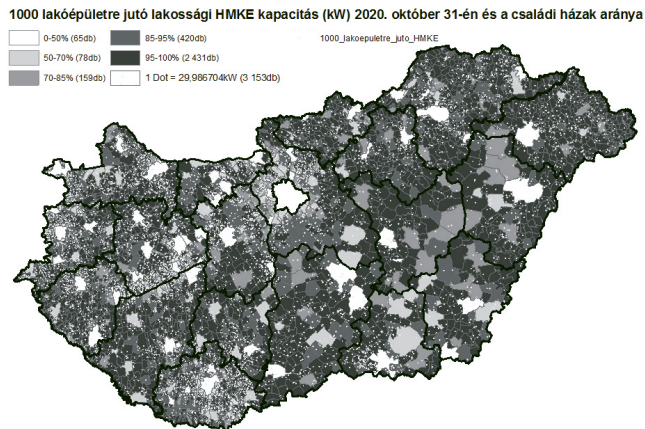
Ha együtt vizsgáljuk a családi házak teljes lakásállományon belüli arányát, valamint a magánszemélyek által telepített HMKE kapacitást, látható, hogy a napenergia-hasznosítás e formája nem teljesen fedi le a családi házas övezeteket. A jelentős mértékű kiserőmű-telepítések továbbra is a balatoni, a budapesti, pécsi agglomerációban, valamint a nyugat-dunántúli térségben koncentrálnak. Ez a magánszemélyek jövedelmi helyzetével magyarázható. Jóllehet a penetráció alacsonynak tekinthető, ennek ellenére feltételezzük, hogy a magasabb átlagos jövedelmű településeken több napelemet találunk. A feltételezés vizsgálatára a Pearson-korrelációt és a Spearman-féle rangkorrelációs, nemparaméteres eljárást alkalmaztuk. Ez utóbbi azért megfelelőbb módszer, mert a kiugró értékek nem befolyásolják az eredményt.

5. ábra: 1000 családi házra jutó lakossági HMKE kapacitás (kW) területi megoszlása 2020. október 31-én
 Spatial distribution of residential household sized power capacity (in kW) per 1000 family houses as of 31 October 2020



Forrás: MEKH, KSH adatok alapján saját szerkesztés

6. ábra: 1000 lakóépületre jutó lakossági HMKE kapacitás (kW) területi megoszlása 2020. október 31-én és a családi házak aránya
 Spatial distribution of residential household sized power capacity (in kW) per 1000 residential buildings as of 31 October 2020 and proportion of family houses in Hungary



Forrás: MEKH, KSH adatok alapján saját szerkesztés

Az elemzés azt mutatja, hogy ha a teljes települési állományt megvizsgáljuk, és rangsoroljuk az egy főre jutó szja belföldi jövedelem, valamint a fajlagos, magánszemélyek által telepített HMKE kapacitás és darabszám alapján a településeket (itt megjegyzendő, hogy 717 település esetében nincs fogyasztás), akkor közepes mértékű pozitív korrelációs együtthatókat kapunk (6. táblázat). Legjobban a HMKE darabszám/családi házak számának fajlagos értéke korrelál a jövedelemmel. Tehát a két sorrend még alacsony penetráció mellett is nagyban összefügg, a települési jövedelem megegyező irányban befolyásolja a HMKE kapacitás nagyságát.

Ezt a tesztet elvégeztük úgy is, hogy kiszúrtuk azt a 2 629 települést, ahol regisztrált napenergia-fogyasztás történik. Itt a kapcsolat valamelyest gyengül (7. táblázat).

Arra következtethetünk tehát, hogy a magánszemélyek napelemes kiserőmű telepítésénél a jobb jövedelmi helyzetű települések előnyben vannak. Emellett bizonyíthatóan jelen van az a „kistelepülés-effektus” (helyi innovátor, presztízs, helyi napelemes piaci szereplő hatása), melynek következtében több esetben kerül a ranglista elejére egy-egy község.

6. táblázat: A Pearson-korrelációs és Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálat eredményei
Results of Pearson correlation and Spearman rank correlation

Vizsgálat	SZJA 2019 eFt/fő	HMKE kW/1000 fő	HMKE db/1000 fő	HMKE kW/1000 családi ház	HMKE db/1000 családi ház	HMKE kW/1000 lakás	HMKE db/1000 lakás
Pearson-korreláció	1	0,244**	0,310**	0,379**	0,422**	0,334**	0,379**
Spearman' rho	1,000	0,422**	0,441**	0,471**	0,493**	0,439**	0,463**
N	3154	3154	3154	3154	3154	3153	3153

Forrás: saját számítás

**A korreláció szignifikáns 99%-os valószínűség mellett.

7. táblázat: A módosított Pearson-korrelációs és Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálat eredményei
Results of modified Pearson correlation and Spearman rank correlation

Vizsgálat	SZJA 2019 eFt/fő	HMKE kW/1000 fő	HMKE db/1000 fő	HMKE kW/1000 családi ház	HMKE db/1000 családi ház	HMKE kW/1000 lakás	HMKE db/1000 lakás
Pearson-korreláció	1	0,154**	0,220**	0,303**	0,356**	0,248**	0,300**
Spearman' rho	1,000	0,303**	0,334**	0,377**	0,415**	0,329**	0,367**
N	2 629	2 629	2 629	2 629	2 629	2 629	2 629

Forrás: saját számítás

**A korreláció szignifikáns 99%-os valószínűség mellett.

Idősorosan is célszerű megvizsgálni, hogy területileg hogyan alakult a HMKE-k eloszlása hazánkban; a tanulmány keretein belül ezt nem tudjuk bemutatni, de jelenleg vizsgáljuk a kérdést. Mivel a fentiek alapján feltételezzük, hogy a hazai napelemes HMKE telepítéseket jelentősen befolyásolja a háztartások rendelkezésre álló jövedelem, ezért a beruházás gazdaságosságát is fontos tényezőnek tartjuk. Feltételezzük, hogy míg régebben csak a magasabb jövedelmű társadalmi rétegek telepítettek napelemet, mára a beruházás a megtérülési idő csökkenésével szélesebb társadalmi rétegek számára is elérhetővé vált. A megtérülési idő azért csökkent, mert a napelemes beruházások fajlagos költsége jelentősen visszaesett,⁸ illetve fennmaradt a kedvező szaldóelszámolás lehetősége is. Ennek keretében az adott éves/havi elszámolási időszakban vételezett villamos energia csökkenthető az adott időszakban megtermelt villamos energiával, és a díjakat csak a csökkentett mennyiség után kell megfizetni (a háztartási HMKE-k megtakarítása ily módon kb. 37-38 Ft/kWh). A fogyasztásnál nagyobb termelés esetén a kereskedő fizet, a villamos energia mint termék (RHD és egyéb díjtételek nélküli) árának megfelelő értéket (háztartási HMKE esetében ez kb. 13,5 Ft/kWh). A jelenleg alkalmazandó éves/havi szaldó mellett sok HMKE lenullazza a villamosenergia-számláját, amely azonban a villamosenergia-rendszernek költséget okoz (például gyakorlatilag villamosenergia-tárolóként használja a hálózatot), amelyet más fogyasztók fizetnek meg. A vonatkozó uniós szabályozás alapján a 2023. december 31-ét követően létesített HMKE-k már nem részesülhetnek szaldóelszámolásban, termelésüket csak a pillanatnyi fogyasztással lehet majd összeszámítani. Ez az ún. bruttó elszámolás, mely hazánkban még nem került bevezetésre, ezért pontos paraméterei még nem ismertek.

A szaldóelszámolás 2024-től való kivezetésének, illetve a bruttó elszámolás bevezetésének lehetséges hatásait próbáltuk megvizsgálni a napelemes HMKE beruházások belső megtérülési rátájára (BMR) vonatkozóan, bizonyos feltételezések mellett.⁹ Fontos kiemelni, hogy ez a számítás csak a jelenlegi új építésekre érvényes, a korábban üzembe helyezett napelemek beruházási költségei ennél feltételezhetően magasabbak voltak, illetve a modell nem számol az esetleges jövőbeli költségcsökkenésekkel. Hangsúlyozandó továbbá, hogy a modell a bruttó elszámolás tekintetében nem valós, hanem feltételezett szabályozáson alapul, a később bevezetésre kerülő bruttó elszámolási modell ettől eltérhet.

Egy 4 kW kapacitású napelemes HMKE esetén, a 25 éves üzemidő egészére bruttó elszámolást feltételezve, a BMR 0%-ra jön ki (30%-os saját felhasználás mellett), tehát a befektetés éppenhogy megtérül, hozamok nélkül.¹⁰ Ezzel szemben a jelenlegi szaldóelszámolást az üzemidő egészére feltételezve a BMR 7%, tehát jövedelmező befektetésről van szó. Természetesen bruttó elszámolás mellett is lehetőség van beruházási támogatás megpályázására, ami lényegesen javít a projekt jövedelmezőségén: például egy 50%-os támogatási szintű otthonfelújítási támogatást feltételezve, bruttó elszámolás mellett is 7% a belső megtérülési ráta. Nem mindegy tehát, hogy egyfelől milyen feltételekkel kerül bevezetésre a majdani bruttó elszámolás, másfelől a HMKE-k terjedésének fenntartásához a szaldó-

elszámolás kivezetését követően is fontos lehet a beruházási támogatások lehetőségének biztosítása. A bruttó elszámolás bevezetése után természetesen további kutatások tárgyát képezheti a napelemes telepítésekre gyakorolt valós gazdaságossági hatás elemzése.

Következtetések

A vonatkozó nemzetközi szakirodalom, illetve az imént bemutatott hazai empirikus vizsgálat eredményei egyaránt azt mutatják, hogy a háztartási méretű napelemes beruházásokat jelentős mértékben meghatározza a közgazdasági racionalitás, azaz a rendelkezésre álló jövedelem nagysága (lásd a „*homo oeconomicus*” típusú megközelítést), ugyanakkor az is meghatározó szempont, hogy a telephely adottságai hol teszik lehetővé a telepítést. Vizsgálatunk alapján kijelenthető, hogy feltehetően azon családi házas övezetekben történik a legtöbb napelemes telepítés, ahol a lakók megfelelő jövedelmi helyzete ezt lehetővé teszi.

A bemutatott nemzetközi elemzések arra is rámutattak, hogy olyan attitűdjellegű tényezők sem elhanyagolhatóak a beruházási döntésben, mint a környezettudatos szemlélet, az imitációs hatás, a presztízs vagy bizonyos „peer”-hatások (láthatóság, hallhatóság). Ez utóbbi hatáshoz kapcsolódik hazánkban is egy-egy helyi innovátor, illetve napelemes piaci szereplő befolyása a kisebb településeken tapasztalható lakossági napelemes telepítésekre (kistelepülési effektus). A jövőben további empirikus kutatás tárgyát képezheti, hogy a nemzetközi szakirodalom által vizsgált jövedelmen kívüli tényezők milyen befolyással bírnak a hazai lakossági napelemes beruházások területi elhelyezkedésére.

Ahogy a bevezetőben is említettük, a háztartási méretű kiserőművek tekintetében a Kormány célja, hogy 2030-ra legalább 200 ezer háztartás rendelkezzen átlagosan 4 kW teljesítményű, tetőre szerelt napelemmel. A szaldóelszámolás jelenlegi formájának megszűnésével 2024-től vélhetően a „kemény” és a „puha” szabályozási eszközök egyfajta kombinációja válthatja majd ki a kívánt HMKE terjedést. Érdeemes lesz tehát elemezni a már említett „nudge” eszközök, emellett pedig a környezettudatos szemlélet formálását célzó kampányok mint „puha” szabályozási eszközök bevezetésének hatását is. A „kemény” szabályozási eszközök terén pedig a beruházási támogatások mellett a jövőben fontos szerepet kaphatnak az ún. energiaközösségek is, melyek fogalma már bekerült a hazai jogrendbe.

Jegyzetek

- 1 A továbbiakban a HMKE kapacitások alatt mindig naperőműves kapacitásokat értünk, jóllehet HMKE méretben létezik más technológia is, amely nem szerepel az adatbázisban, és számosságuk eltörpül a napelemek mellett. A „lakossági”, „természetes személyek”, „magánszemélyek által”

- szinonimaként szerepel, habár nem pontosan ugyanazt a halmazt jelentik. Az adatbázisok a természetes személyeket tartalmazzák.
- 2 A napelem „klíring házak” szerepe az lenne, hogy segítse a lakosságot a napelemes beruházások megvalósításában, például a kivitelezőkkel, finanszírozó bankokkal való kapcsolat megteremtése révén.
 - 3 Megjegyzendő, hogy Svájcban természetesen magasabbak az átlagjövedelmek, és eltérő a mértékük a napelemes beruházás költségéhez viszonyítva, így ebből hazánkat illetően nem lehet következtetéseket levonni.
 - 4 Ebbe értjük bele a napelemek által termelt villamos energia felhasználását is, a „Villamos energia” kategóriában.
 - 5 2011 óta nem volt népszámlálás, és ilyen formában nem érhetőek el frissebb publikus KSH adatok.
 - 6 A fővárost a területi elemzésekből kihagytuk, mivel jellemzően kiugró értékeket tartalmaz, illetve nagy mérete miatt valójában kerületenként kellene vizsgálni az adatokat, amelyek nehezen hozzáférhetőek.
 - 7 A 2021. májusi 431 600 Ft-os bruttó átlagjövedelmet alapul véve.
 - 8 A hazai napelemes beruházások fajlagos költségalkulására nem áll rendelkezésre adatunk, viszont az IRENA adatbázisa (IRENA 2020) alapján például Németországban 2010 és 2019 között kevesebb, mint a negyedére esett vissza a napelemes beruházások LCOE költsége.
 - 9 Az alábbi feltételezett paraméterekkel számoltunk: bruttó 400 ezer Ft/kWp fajlagos beruházási költség; 4 kWp beépített kapacitás; 1000 óra/év csúcskihasználás; 25 év üzemidő; 100% saját felhasználás szaldóelszámolás mellett; 30% saját felhasználás bruttó elszámolás mellett; a betáplálásért az egyetemes szolgáltatás átlagos termékára jár, amely nettó 13,35 Ft/kWh mind a szaldó-, mind a bruttó elszámolásban (a bruttó elszámolás még nem került bevezetésre hazánkban, így ez csak feltételezés).
 - 10 Megjegyzendő azonban, hogy 20 százalékos saját felhasználás mellett már negatív belső megtérülési rátát kapunk.

Irodalom

- Ameli, N., Brandt, N. (2015): Determinants of households' investment in energy efficiency and renewables: evidence from the OECD survey on household environmental behaviour and attitudes. *Environmental Research Letters*, 10., 1–14. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/4/044015>
- Balcombe, P., Rigby, D., Azapagic, A. (2014): Investigating the importance of motivations and barriers related to microgeneration uptake in the UK. *Applied Energy*, 130., 403-418. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.05.047>
- Busic-Sontic, A., Fuerst, F. (2018): Does your personality shape your reaction to your neighbours' behaviour? A spatial study of the diffusion of solar panels. *Energy and Buildings*, 158., 1275-1285. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.009>
- Camerer, C., Issacharoff, S., Loewenstein, G., O'Donoghue, T., Rabin, M. (2003): Regulation for conservatives: behavioural economics and the case for “asymmetric paternalism”. *University of Pennsylvania Law Review*, 151, 1211. Columbia Law and Economics Working Paper No. 225. <https://doi.org/10.2307/3312889>
- Czibere, I., Kovách, I., Megyesi, G. B. (2020): Environmental Citizenship and Energy Efficiency in Four European Countries (Italy, The Netherlands, Switzerland and Hungary). *Sustainability*, 12, 1154. <https://doi.org/10.3390/su12031154>
- Czippán K. (szerk.) (2014): *Fenntartható fejlődés: az erőforrások tudatos használata*. Tananyag. Nemzeti Közszerkeleti Egyetem http://m.ludita.uni-nke.hu/repositorium/bitstream/handle/11410/10087/Fenntarthato_fejlodes_az_eroforrasok_tudatos_hasznalata.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Eurostat (2018): *Distribution of population by degree of urbanisation, dwelling type and income group - EU-SILC survey*. <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupDownloads.do>
- Giest, S., Mukherjee, I. (2018): Behavioral instruments in renewable energy and the role of big data: A policy perspective. *Energy Policy*, 123., 360-366. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.09.006>
- Graziano, M., Gillingham, K. (2015): Spatial patterns of solar photovoltaic system adoption. The influence of neighbors and the built environment. *Journal of Economic Geography*, 4., 815-839. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu036>
- IEA, 2020: *World Energy Outlook 2020*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
- IRENA, 2020: <https://www.irena.org/costs/Power-Generation-Costs>
- Jacksohn, A., Grösche, P., Rehdanz, K., Schröder, C. (2019): Drivers of renewable technology adoption in the household sector. *Energy Economics*, 81., 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.001>
- Kasperbauer, T. J. (2017): The permissibility of nudging for sustainable energy consumption. *Energy Policy*, 111., 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.015>
- Kastner, I., Matthies, E. (2016): Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern? *Energy Research & Social Science*, 17., 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.006>
- Korcaj, L., Hahnel, U. J. J., Spada, H. (2015): Intentions to adopt photovoltaic systems depend on homeowners' expected personal gains and behavior of peers. *Renewable Energy*, 75., 407-415. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.007>
- KSH Népszámlálás (2011) <http://www.ksh.hu/nepszamlalas/>
- Kurdgelashvili, L., Shih, C-H., Yang, F., Garg, M. (2019): An empirical analysis of county-level residential PV adoption in California. *Technological Forecasting and Social Change*, 139., 321-333. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.021>
- Lovins, A. B. (1977). *Soft energy paths: towards a durable peace*. Penguin Books, Harmondsworth, United Kingdom
- Lukanov, B. R., Krieger, E. M. (2019): Distributed solar and environmental justice: Exploring the demographic and socio-economic trends of residential PV adoption in California. *Energy Policy*, 134., 110935., 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110935>
- McMichael, M., Shipworth, D. (2013): The value of social networks in the diffusion of energy-efficiency innovations in UK households. *Energy Policy*, 53., 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.039>
- MEKH (2021a): A járvány ellenére is rendületlen a háztartási méretű naperőművek terjedése. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) sajtóhír. 2021. május 19. <http://www.mekh.hu/a-jarvany-ellenere-is-renduletlen-a-haztartasi-meretu-naperomuvek-terjedese>
- MEKH (2021b): Háztartások végső energiafelhasználása 2015-2019. MEKH éves statisztikai adatok. Utolsó frissítés időpontja: 2021. március 31. <http://www.mekh.hu/eves-adatok>
- Mills, B., Schleich, J. (2012): Residential energy-efficient technology adoption, energy conservation, knowledge, and attitudes: An analysis of European countries. *Energy Policy*, 49., 616-628. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.008>
- Momsen, K., Stoerk, T. (2014): From intention to action: Can nudges help consumers to choose renewable energy? *Energy Policy*, 74., 376-382. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.07.008>
- Mundaca, L., Samahita, M. (2020): What drives home solar PV uptake? Subsidies, peer effects and visibility in Sweden. *Energy Research & Social Science*, 60., 101319, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101319>
- Müller, J., Trutnevte, E. (2020): Spatial projections of solar PV installations at subnational level: Accuracy testing of regression models. *Applied Energy*, 265., 114747, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114747>
- Nemzeti Energiastratégia (2020): Nemzeti Energiastratégia 2030, tekintettel 2040-ig. Tiszta, okos, megfizethető energia. Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM). 2020. január https://2015-2019.kormany.hu/download/b/40/c1000/Strat%C3%A9gia%C3%A1k_20200116.zip#!DocumentBrowse

- Pichert, D., Katsikopoulos, K. V. (2008): Green defaults: Information presentation and pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 1., 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.09.004>.
- Rode, J., Weber, A. (2016): Does localized imitation drive technology adoption? A case study on rooftop photovoltaic systems in Germany. *Journal of Environmental Economics and Management*, 78., 38-48. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.02.001>
- Schelly, C. (2014): Residential solar electricity adoption. What motivates, and what matters? A case study of early adopters. *Energy Research & Social Science*, 2., 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.01.001>
- Szakály, Z., Balogh, P., Kontor, E., Gabnai, Z., Bai, A. (2021): Attitude toward and Awareness of Renewable Energy Sources: Hungarian Experience and Special Features. *Energies*, 14(1), 22., 1-25. <https://doi.org/10.3390/en14010022>
- Thaler, R. H., Sunstein, C. R. (2008): *Nudge: improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. Penguin Books, New York
- Willis, K., Scarpa, R., Gilroy, R., Hamza, N. (2011): Renewable energy adoption in an ageing population: Heterogeneity in preferences for micro-generation technology adoption. *Energy Policy*, 10., 6021-6029. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.066>
- Zsiborács H., Pályi B., Demeter Gy. (2013): *Napelemes rendszerek energetikai hasznosítása Magyarországon kiserőművi méretekben*. LV. Georgikon Napok https://napok.georgikon.hu/hu/cikkadatbazis/cikkek-2012/doc_download143-zsiboracs-henrik-palyi-bela-demeter-gyozo-napelemes-rendszerek-energetikai-hasznositasa-haztartasi-kiseromuvi-meretekben-2013-ban