

MEGÚJULÓENERGIA-FELHASZNÁLÁS MAGYARORSZÁGON – A KÉSŐN JÖVŐK ELŐNYE?

RENEWABLE ENERGY USE IN HUNGARY – THE BENEFIT OF LATECOMERS ?

Magyarországon a megújulóenergia-felhasználás túlnyomó részben a biomasszára, azon belül is a háztartások fűtési célú tűzifa égetésére épül. Emiatt a megújuló célok teljesítése az elmúlt tizenöt évben a kívánt pályán mozgott a viszonylag mérsékelt megújuló támogatási szint mellett is, elkerülhetővé téve a kezdetben magas költségű megújuló villamosenergia-termelő technológiák támogatását. A közeljövőben azonban a támogatáspolitikának fel kell készülnie a szektor aktív bővítésére. A tanulmány bemutatja a megújuló támogatási rendszer alakulását a villamosenergia-, hőfelhasználási és közlekedési szektorokban az elmúlt 15 évben, és felhívja a figyelmet azokra a szabályozási elemekre, melyek jelenlegi formájukban gátolják a megújulóenergia-termelés környezeti és gazdasági szempontból hatékony fejlődését.

Kulcsszavak: megújuló energia, megújulóenergia-támogatás, externália, légszennyezés, villamos energia, hőfelhasználás, közlekedés

In Hungary, renewable energy consumption is predominantly biomass in the form of firewood for household heating. This stock has allowed the country to remain on track with its renewable target for the last fifteen years despite avoiding the promotion of what were relatively high-cost renewable electricity generation technologies. However, in the near future, the support policy must be reconsidered for the active expansion of the renewable sector. This study presents the evolution of the Hungarian renewable support system across electricity, heat and transport sectors over the last 15 years, and highlights regulatory cases which, in their current form, hinder the environmentally and economically efficient development of renewable energy production and consumption.

Keywords: renewable energy, support system of the renewable energy, externality, air pollution, electricity, heat consumption, traffic

Finanszírozás/Funding:

A szerzők a tanulmány elkészítésével összefüggésben nem részesültek pályázati vagy intézményi támogatásban. The authors did not receive any grant or institutional support in relation with the preparation of the study.

Szerzők/Authors:

Bartek-Lesi Mária, REKK (maria.barteklesi@rekk.hu)

Mezősi András, Budapesti Corvinus Egyetem (andras.mezosi@uni-corvinus.hu)

Pató Zsuzsanna, Regulatory Assistance Project (Belgium) (zpato@raponline.org)

Szabó László, Budapesti Corvinus Egyetem (laszlo.szabo@uni-corvinus.hu)

Szajkó Gabriella, Budapesti Corvinus Egyetem (gabriella.pal@uni-corvinus.hu)

A cikk beérkezett: 2019.06.17-én, javítva: 2019.08.24-én, elfogadva: 2019.09.09-án.

This article was received: 17.06.2019, revised: 24.08.2019, accepted: 09.09.2019.

A megújulóenergia-hasznosítás a klímaváltozás és a környezetszennyezés elleni küzdelem egyik legfontosabb eszköze, melynek társadalmi és gazdasági előnyei mellett fontos szerepe van az energiainport-függőség mérséklésében és az ellátásbiztonság növelésében (a megújuló felhasználás költségeiről és hasznairól Európában lásd pl. Resch, Welisch, Liebmann, Breitschopf, & Held, 2016). Az elérhető technológiák kezdetben magas költségei miatt a megújulóenergia térnyerése a támogatási rendszerek bevezetésének és működtetésének köszönhető, így a szektor fejlődését ezidáig Magyarországon is a támogatási rendszer alakulása határozta meg. A megújuló villamosenergia-termelés versenyképessé válásával azonban – mely a villamosenergia-szektor jelenlegi átalakulásának meghatározó eleme – a szabályozási hangsúlyok átkerülnek a marginálisból jelentőssé váló megújuló termelés és fogyasztás piaci és hálózati integrációjára.

Magyarországon a megújulóenergia-szektor közvetett módon, az Európai Unió energiapolitikai elképzelései és vonatkozó jogszabályai hatására alakult ki. A 2004-es uniós csatlakozás során 2010-re vállalt 3,6%-os villamosenergia cél – főként a kevésbé előremutató nagyerművi szén és tűzifa együttesítés révén – teljesült a 2002-ben elindított villamosenergia-támogatási rendszernek köszönhetően, ami a 2017-ig tartó kötelező átvételi tarifa korszak kezdetét jelentette. A 2009-es megújulóenergia-irányelv (2009/28/EK) 2020-ra 13%-os megújuló arányt ír elő Magyarországra, melyet a biomassza-felhasználás statisztikai átszámításával 2011-re sikerült elérni, 2018-ban azonban az előzetes számítások alapján ismét 13% alá csökkent (Shares, 2018; Bagi, 2019). Mivel a megújuló arány kiszámítása a bruttó végső felhasználáshoz viszonyítva történik, adott évi értéke nem csak a támogatási politika változásaitól és az adott évi termelési értékektől függ, hanem erősen befolyásolhatja pl. a gazdasági konjunktúra vagy a hőmérséklet alakulásával összefüggő fűtési energiaszükséglet.

Jelen tanulmány a magyarországi megújulóenergia-szektor szabályozásának és a megújuló felhasználás fejlődésének történetét és tanulságait tekinti át a támogatási rendszer bevezetése óta eltelt időszakban. A korábban megjelent hasonló témájú tanulmányok többnyire külön-külön vizsgálják az egyes felhasználó szektorokat (pl. Laczó, 2008; Ádám & Szabados, 2010; Fodor, 2012; Vida, 2014; Mezősi, Beöthy, Kácsor & Törőcsik, 2016), ám a megújulóenergia-felhasználás mindhárom területét (villamos-, hő- és közlekedési energiafelhasználás) felölelő írásból eddig kevés született (pl. Kaderják & Antall, 2005; Pató et al., 2018). A nemzetközi szakirodalomban a támogatások kiosztásának hatékonyságára vonatkozó elemzések dominálnak, a szabályozás szakpolitikai elemzése nemzeti szinten kevesebb hangsúlyt kapott (Hamburger & Harangozó, 2018). Ez utóbbiak sorába tartozik pl. Mezősi, Szabó és Szabó (2018) elemzése is, amely a megújuló potenciál alacsony kihasználtsága miatt hatékonyan kiaknázzható lehetőségeket jelez Magyarországra.

Bár a terjedelem korlátossága miatt cikkünk nem tér ki a szabályozás minden részletére, a legfontosabb események bemutatásán túl általános szakpolitikai értékelést is nyújt.

A tanulmány három fő részből áll. Az első fejezet a hazai megújuló támogatási politika általános értékelését tartalmazza, valamint ismerteti a villamos energia, a hőfogyasztás és a közlekedés területén megvalósult eredményeket és a fejlődést meghatározó főbb eseményeket. A második fejezetben a jelenlegi szabályozás néhány olyan elemét emeljük ki és mutatjuk be részletesebben, melyek jelenlegi formájukban gátat szabhatnak a megújulóenergia-felhasználás gazdasági és környezeti szempontból hatékony bővülésének. A fejezet kitér a háztartási biomassza-felhasználás szerepére, a megújuló alapú távhőtermelés támogatására, a szél- és napenergia-termelést érintő kérdésekre, valamint a napenergia-termelést érintő kérdésekre. Az utolsó rész összefoglalja a legfontosabb megállapításokat és felvet néhány olyan dilemmát, melyek megoldása fontos lesz a 2030-as célok teljesítése szempontjából.

A szabályozás áttekintése

Megújulók célkeresztben

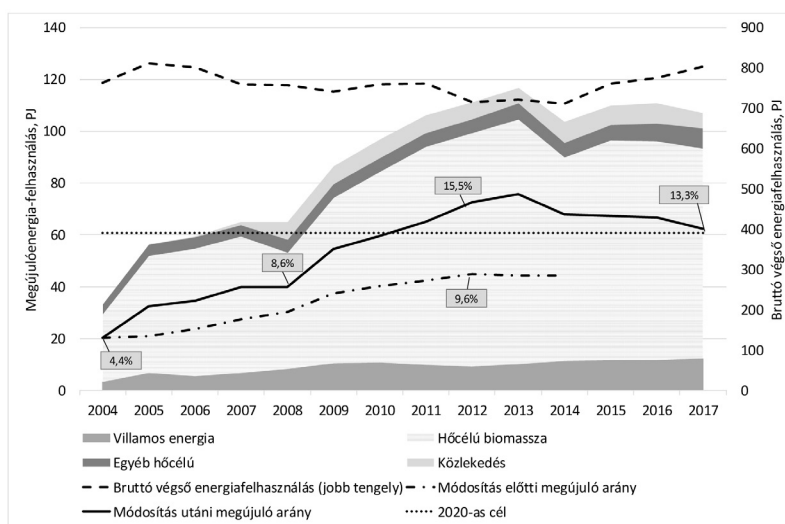
Egy ország megújulóenergia-támogatási szakpolitikájának értékelése számos kérdést vet fel. Ebben a fejezetben a következő kérdésekre keressük a választ: (1) Elérjük-e a vállalt céljainkat? (2) Mennyire ambiciózusak ezek a célok? (3) Mennyire kellene ambiciózusnak lennünk, avagy mennyit ér nekünk a megújuló energia?

Elérjük-e vállalt céljainkat?

Bár az Európai Bizottság a megújuló energiáról szóló 2009/28-as irányelvében Magyarország számára meghatározott megújuló energia célja (13%) az akkor számolt tényleges érték alapján valós erőfeszítést kívánt, Magyarország ezt még túl is licitálta (14,65%, MEHCST, 2009). A megújuló arány azonban a vetítési alapként használt, enyhén csökkenő/stagnáló bruttó végső energiafelhasználás mellett sem közelítette meg kellő ütemben a vállalt 13%-ot (ld. 1. ábra 2014-ig tartó, szaggatott vonala). A megújuló mix legfontosabb tényezőjét, a háztartási biomassza-felhasználásra vonatkozó hivatalos statisztikát Magyarország 2017-ben módosította, melynek eredményeként annak kimutatott mennyisége jelentősen megnőtt, a 2011-es 30,3 PJ-os érték például 76,2 PJ-ra változott (Mezősi, Pató & Szabó, 2017). Az ilyen módon átértékelt megújulóenergia-felhasználás már jelentősebb részarányt képvisel, miközben szerkezete alapvetően nem változott: a hőszektor és ezen belül a szilárd biomassza jelenti ma is Magyarország megújuló fogyasztásának 81%-át (1. ábra).

A megújuló részarány 2014 óta tartó csökkenésének oka a bruttó végső energiafelhasználás növekedése és a megújulófelhasználás növekedési ütemének megtorpanása. Ahogy a megújulók elterjedése is szakpolitikai támogatást igényel, ugyanúgy a vetítési alap csökkenése sem várható a jelenleginél sokkal hatékonyabb energiahatékonysági beavatkozások nélkül.

1. ábra A megújulóenergia-felhasználás alakulása a három fő szektorban (PJ), a bruttó végső energiafelhasználás (PJ), illetve a megújuló arány (%)*

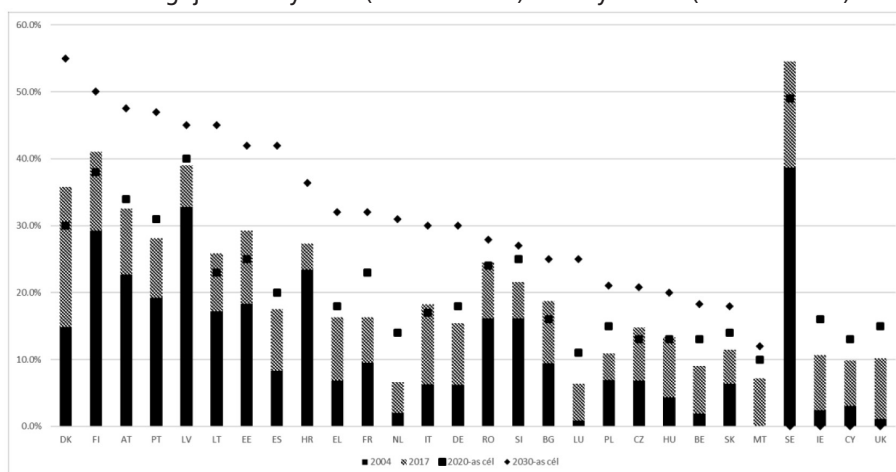


Forrás: saját ábra, SHARES (2018) alapján. *Az ábrán feltüntetett adatok a hivatalosan újra számolt statisztikából származnak.

Ahogy a 2. ábrán látható, a 2020-as célt 2017-ben már 11 tagország elérte, ez azonban növekvő energiafelhasználás és/vagy stagnáló kapacitás esetén nem garantálja a 2020-as megfelelést. Míg egyes országokban, például Csehországban és Romániában a megújuló villamosenergia-támogatást a meguró fogyasztói terhekre és a 2020-as célok idő előtti elérésére hivatkozva már visszafogták, a legfrissebb ada-

duk döntenek, és a Bizottság feladata az Unió 32,5%-os célja elérésének biztosítása, legalább a vállalatok erejéig: a tagállamok meggyőzésével vagy – egy még kialakítandó – közösségi szintű megújuló kapacitásbeszerzéssel. Így a 2030-as célok valójában alapvetően tagállami ambíciókat fejeznek ki. A benyújtott Nemzeti Energia és Klímatervezetek 2020-hoz képest vállalt többletcéljai nem függ-

2. ábra Megújuló aránycélok (2020 és 2030) és tényadatok (2004 és 2017) *



Forrás: saját ábra az Eurostat SHARES (2018) adatbázis és a NEKT tervezetek¹ alapján

*Hollandia, Málta és Ausztria esetén a megadott sáv szélsőértékeinek átlaga; az Egyesült Királyság, Svédország, Írország és Ciprus nem adott meg megújuló célt

tok szerint a nagyobb országok közül Franciaország, Lengyelország és az Egyesült Királyság elmarad a részarányos teljesítéstől. Érdekes módon a megújuló energiatermelést technológiailag semleges aukciókkal támogató Hollandia áll legmesszebb céljának elérésétől (EC, 2019). Összességében azonban az EU-s cél várhatóan teljesíthető lesz.

Mennyire ambiciózusak a célok?

A 2020-as tagországi célokat az Európai Bizottság határozta meg, a 2030-as célról viszont a tagországok ma-

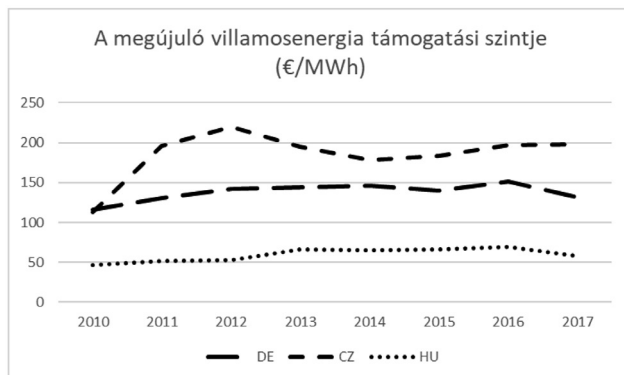
nek össze szorosan a 2020-as célokkal. Egyes országok eleve magas felhasználási részarány mellett vállaltak sokat (pl. Dánia, Ausztria), Hollandia viszont egy ma elérhetetlennek tűnő 2020-as célhoz képest volt igen ambiciózus. A közép-kelet-európai (KKE) országok pedig (a balti kivételével) jellemzően alacsony szintről vállalnak keveset. Magyarország 2030-as célja a KKE-országokéhoz hasonló, ugyanakkor az elmúlt évek erősen csökkenő megújulóenergia-felhasználási trendjét tekintve akár erőteljes vállalásnak is nevezhetjük.

Mennyit ér nekünk a megújuló?

Az egyéni és társadalmi fizetési hajlandóságot számszerűsíteni csak jelentős módszertani bizonytalansággal lehet, ezért az ritkán képezi a szabályozó/politika által meghatározott tényleges támogatás alapját. Másik megoldás lehet a megújulók által elkerült externális költség alapul vétele. Míg a megújulók minimális externális költség mellett termelnek, a nem megújuló villamos energia ára nem tükrözi a hagyományos technológiák okozta környezeti és humán egészségügyi károk költségeit. Bár a magyar támogatási rendszer 2003-as indulásakor a szabályozó ez alapján határozta meg a megújulók indokolt támogatási szintjét, a politikai megfontolások mindezt „alulírták”: az akkor még szintén a támogatási rendszerbe tartozó kapcsolt villamosenergia- és hőtermelés felfutása gyorsan megnövelte a támogatási kasszát, megemelve a fogyasztói terheket.

A támogatás fajlagos költsége hozzávetőlegesen leképezi, hogy egy adott közösség mennyit hajlandó a megújuló energiáért áldozni. Ennek adott évi nagysága természetesen magán viseli az elmúlt 10-15 év támogatási történetét. A 3. ábrán látható három ország példája jól érzékelteti ezt: a német támogatási rendszer magas költség szintje például tükrözi a rendszer korai elindításának következményeit – vagyis a kezdetben magas technológiai költségekhez való hozzájárulást –, míg Csehországban a túl magas megállapított átvételi ár miatt kialakuló beruházási roham okozott jelentős fajlagos költségemelkedést. A két ország támogatási szintjéhez képes a magyar rendszer terhei alacsonynak tekinthetők. Magyarország pl. nem járult hozzá a napelem-technológia költségesökkenéséhez, ellentétben a magas támogatási szintet nyújtó (tag)országokkal.

3. ábra A megújuló villamos energia támogatási szintje Németországban, Csehországban és Magyarországon 2010 és 2017 között

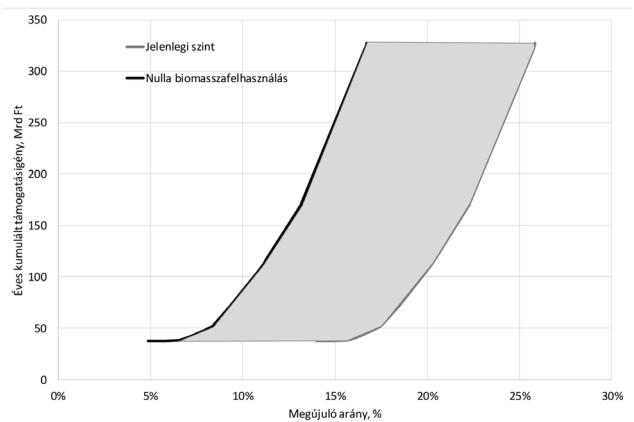


Forrás: a REKK összeállítása a CEER Status Review of Renewable Support Schemes in Europe 2015-2018 közötti kiadványai és a MEKH KÁT/KÁP beszámolóit (<http://www.mekh.hu/kat-beszamolok>) alapján, nominális értékek

REKK (2018) részletesen vizsgálja, hogy különböző mértékű megújuló arányok 2030-ra vonatkozóan milyen éves támogatási költségek mellett érhetőek el. A számítások alapján a 20%-os cél – a költségoptimalizációt figyelembe véve, azaz mindig a legolcsóbb megújuló technológiák támogatását és kiépülését feltételezve – százmilliárd forint éves támogatásszükségletet igényelne. Ez a szám

nagyságrendjét tekintve összemérhető a 2000-es évek KÁP/KÁT kasszájával, azaz összességében mérsékeltek mondható. A háztartási célú biomassza-felhasználás bizonytalansága azonban – akár felhasznált mennyiségét, akár megújuló erőforrásként való elszámolhatóságát tekintve – jelentős kockázati tényezőt jelent. Ha a jelenlegi (elszámolt) felhasználás felével kalkulálunk 2030-ra, akkor az éves támogatási összeg 270 milliárd forintra nő, míg, ha egyáltalán nem feltételezünk tűzifa-felhasználást a 2020-as években, akkor a 20%-os cél teljesítése is komoly korlátokba ütközhet, ahogy a 4. ábra mutatja.

4. ábra Különböző megújuló célok éves támogatásigénye költségoptimalizált esetben, különböző biomassza-felhasználással számolva



Forrás: REKK (2018)

Magyarország tehát a tűzifa-statisztika átértékelésével – amelyet egyébként számos más EU-s tagállam is alkalmazott (ld. Mezősi et al., 2017) – talán teljesíti 2020-as célját. Az uniós célmeghatározás azonban egyrészt a fogyasztáshoz, ezért – energiahatékonysági áttörés nélkül – gazdasági ciklusokhoz kötött, másrészt a háztartási tűzifa-felhasználáshoz kapcsolódó (statisztikai) bizonytalanságtól terhelt.

A megújuló felhasználás trendje Villamos energia

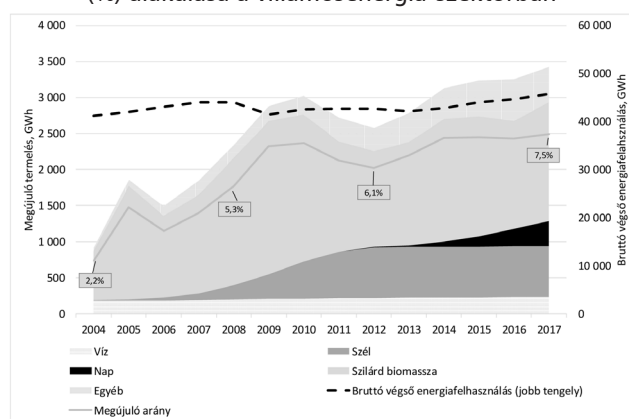
Az uniós csatlakozással vállalt 2010-es megújuló villamosenergia-cél elérése érdekében Magyarország 2002 végén kihirdette a kötelező átvételi árakat és az ehhez kapcsolódó szabályozási csomagot (56/2002 GKM rendelet). Az árhatóság társadalmilag hatékony módon kívánta támogatni a megújuló villamos energiát, vagyis addig növelni az árát, amíg az meg nem haladja a nem megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia közvetlen költségének és externális költségének összegét (MEH, 2003).

Az ezredforduló környékén az európai uniós jogalkotás (1996/61/EK; 2001/81/EK és 2001/80/EK) hatására az akkori 15 tagállamban már megindult a legnagyobb szennyvezéssel járó erőművi technológiák korszerűsítése, de Magyarország csak ekkor kezdett felkészülni a szükséges környezetvédelmi beruházásokra. A megújuló villamos energia hálózati átvételének támogatásával valóban nagyon magas légszennyezést lehetett mérsékelni.

2003-ban csúcsideszakban 24 Ft/kWh, völgyidőszakban 15 Ft/kWh kötelező átvételi árat hirdettek ki. A tényleges támogatás értéke a kötelező átvételi ár és a hatóságilag szabályozott közüzemi nagykereskedelmi ár különbsége volt, így az energia értékén felül nyújtott fajlagos támogatás zónaidőktől és technológiáktól függően változott. Az átlagos fajlagos támogatás utólagosan kiszámítható értéke 6,97 Ft/kWh volt 2003-ban és az inflációkövető indexálás miatt fokozatosan 10,58 Ft/kWh-ra nőtt 2007-re (MEH, 2007). Ezzel szemben a támogatás révén elkerült átlagos fajlagos externális költség a rendelkezésre álló historikus adatokkalⁱⁱ elvégzett számításaink szerint 1999-2001 átlagában 2,7 - 2,9 eurocent volt kilowattóránként, ami eltérő benefit transzfer megfontolások mentén 3,4 – 7,7 Ft/kWh externális költséget jelent. Összességében tehát megállapíthatjuk, hogy Magyarországon a kötelező átvételi árakban megvalósuló támogatás mértéke valószínűleg elérte a megújulókat által elkerült externális költségek szintjét vagy meghaladta azt, különösen 2006-2007-re, amikor több szennyezőforrás megszűnt erőműbezárás, tüzelőanyagváltás és környezetvédelmi beruházás következtében.

A támogatásnak és a kötelezővé váló uniós levegőtisztasági jogszabályoknak (2001/81/EK) köszönhetően a régi lignites és szenes erőművek egy része teljesen, mások részben biomassza-égetésre álltak át. A KÁP/KÁT-kassza növekedése miatt 2005-től az Energhivatal engedélybe foglalta az egyes termelők kötelező átvételi tarifára jogosult termelési korlátját (KÁT engedély), melynek hatására a kifizetés növekedése megállt. A termelők 2008-tól maguk határozhatták meg a teljes kvótájuk évenkénti felhasználását és 2011-re többnyire ki is merítették, valamint több projekt jogosultsága 2010 végére lejárt. A szilárd biomassza azóta is meghatározó a villamosenergia-termelésben (5. ábra).

5. ábra A megújulóenergia-felhasználás (PJ), a bruttó végső energiafelhasználás (PJ), illetve a megújuló arány (%) alakulása a villamosenergia-szektorban



Forrás: saját ábra SHARES (2018) alapján

A szél erőművek építése a kezdetektől fogva — vélt vagy valós — rendszerbiztonsági korlátok miatt mennyiségi szabályozás alá esik. A 2006-ban kiosztott 330 MW-nyi kvótának megfelelő kapacitás 2011-ra megépült, a 2010-es tender érvénytelenítése és a 2016-ban bevezetett teljes tilalommal felérő szabályok miatt azonban ma is éppen ennyi működik.

Nagyobb méretű erőművek esetén a kötelező átvétel egészen 2017-ig, a METÁR bevezetéséig lehetett kérelmezni. Az átvételi árat alapvetően technológiánként, de esetenként a kapacitásméret és a működésbe lépés időpontja alapján határozták meg. A jellemzően alacsony támogatási árak miatt egészen a KÁT-rendszer végének bejelentéséig nem alakult ki a számos európai országra jellemző napemlépítési dömping. Az átvételi ár csúcs/völgy (később mélyvölgy) szerinti differenciálása igazán haladó szabályozási gyakorlatot jelentett a nem időjárásfüggő termelés (biomassza, biogáz) fogyasztáshoz való igazítására.

A túltámogatásokból fakadó – számos tagországban jelentkező – politikai feszültség, a csökkenő megújuló termelési költségek és a várható támogatáskivezetés levezénylésének igénye, valamint az egyes európai országokban már kiépült jelentős kapacitás okozta méltányossági kérdések (menetrendtartási engedmények) az Európában leggyakrabban alkalmazott kötelező átvétel végét jelentették. Az állami támogatásról szóló 2014-es uniós előírás (C(2014) 2322) a prémium jellegű támogatás piaci alapú meghatározását és a piaci értékesítést tekinti piackonformnak.

Magyarországon az eddignél kevésbé kedvező támogatási rendszer várható bevezetése, a technológiai költségsökkenés és az akkoriban kedvező finanszírozási lehetőségek meghozták a befektetői kedvet a napelemes rendszerek telepítésére. Az éppen záruló KÁT-rendszerbe mintegy 2000 MW-nyi támogatási kérelmet fogadott be a Hivatal 2016 végén, amiből 2019 áprilisáig 471 MW meg is épült (Bagi, 2019). Az uniós iránymutatás alapján kidolgozott és 2017 októberében indult METÁR (Megújuló Energiák Támogatási Rendszere) csak a kisebb, 0,5 MW alatti egységekre hagyja meg a kötelező átvételi áras rendszert. 0,5 MW mérettől a piaci árat kiegészítő prémium formájában adható támogatás, melynek nagysága 1 MW-tól versenyeztetés által, aukciókon alakul ki.

A megújuló hálózati integrációját a szabályozás eleinte a zónaidőnként eltérő átvételi árak meghatározásával segítette, de a megújuló áramot termelők felmentést kaptak a menetrendadási kötelezettség alól egészen 2008-ig. A megengedett eltérés mértéke azonban a szabályozás változása után is jelentős maradt, így nem nyújtott hatékony ösztönzést a pontos menetrend készítésére vagy egyéb, a kiegyensúlyozást segítő megoldások keresésére (pl. egyes termelési portfóliók vagy közösen finanszírozott, pontosabb időjárásmodellek kialakítása). A megújuló pozitív diszkriminációját a fent említett, állami támogatásokról szóló uniós iránymutatás és az ahhoz igazított METÁR bevezetése szüntette meg.

A megújuló villamosenergia-termelés kezdeti szakaszában Magyarország a fontolva haladás stratégiáját követve, alacsony támogatási szintekkel mérsékelt termelőkapacitás-növekedést tett lehetővé az összes technológiában, kivéve a szélberuházások 2016 óta fennálló teljes korlátozását. A bővülésnek indult napelem-kapacitás azonban önmagában vélhetően kevés lesz a 2030-ra tervezett 19%-os megújuló villamosenergia-arány eléréséhez.ⁱⁱⁱ Ehhez ki kellene írni az első megújuló aukciót majd azt követően, tervezhető módon a továbbiakat.

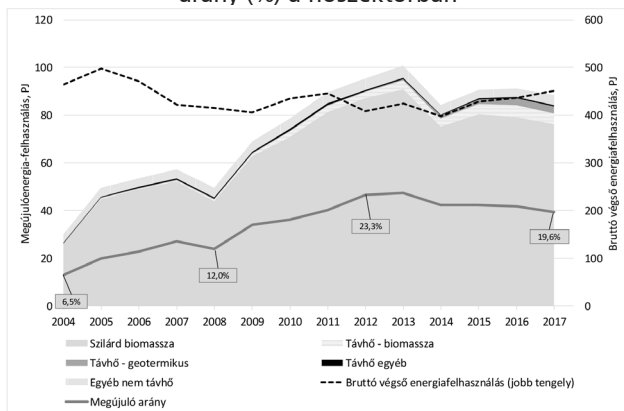
Hő

A magyarországi megújulóenergia-termelés szerkezetével összehasonlítva Európában a megújuló hő súlya kevésbé jelentős. Míg 2016-ban az EU28 29,6%-os megújulóenergia-részarányt ért el a villamosenergia-felhasználáson belül, a hőszektorban ez a részarány 19,1% volt. Magyarország esetében azonban mindössze 7,2%-os a megújuló energia részesedése a villamosenergia-szektorban, szemben a hőszektorban elért 20,8%-os aránnyal (Shares, 2018).

A megújuló hőfogyasztás döntő része szilárd biomassza elégetéséből származik. A 6. ábrán látható felhasználási trendet a fogyasztási mennyiségek alakulása mellett jelentősen befolyásolta a háztartási tüzfifa-felhasználási adat becslésére alkalmazott módszer változása. A teljes szilárd biomassza-felhasználás mennyiségében 2004-ről 2005-re történt változás oka, hogy 2005-ig történt meg a háztartási biomassza-statisztika 2015-ben elvégzett visszamenőleges revíziója (MEKH, 2019c), melynek során a lakossági szilárd biomassza felhasználási értékeket a KSH háztartási adatfelvétele és épületenergetikai számítások alapján újraszámolták. A 2004-es 26 PJ 2005-re így 45 PJ-ra növekedett a SHARES (2018) adatbázisban, ami mögött nyilvánvalóan nincs tényleges fogyasztásemelkedés.

A megújuló hő felhasználásának másik meghatározó, bár jelentőségében a tüzfától lényegesen elmaradó tényezője a távhőszektor, melynek energiafelhasználása erőteljesen növekedett 2004 óta (0,6 PJ-ról 2017-re 8 PJ-ra). Mivel a távhőtermelésben felhasznált tüzelőanyag 79 %-a földgáz, jelentős növekedési potenciál rejlik a megújuló számára ebben a szektorban (MEKH, 2018).

6. ábra A megújulóenergia-felhasználás összetétele, a bruttó végső energiafelhasználás (PJ), illetve a megújuló arány (%) a hőszektorban



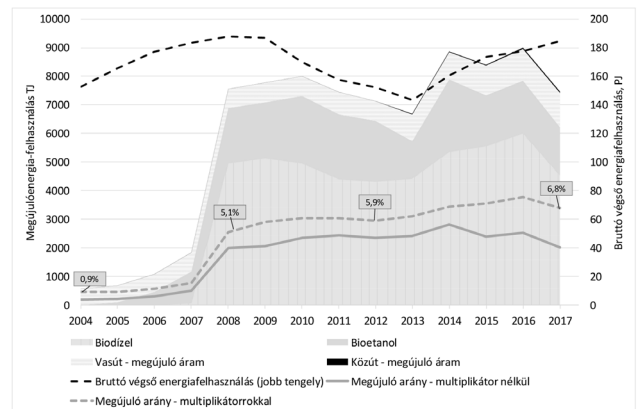
Forrás: saját ábra SHARES (2018) alapján

Közlekedés

Az uniós jogszabályok (2003/30/EK és 2009/28/EK irányelvek) a villamosenergia- és a közlekedési szektorra minden tagország számára egységes megújulóenergia-felhasználási célt írtak elő: 2010-ig 5,75 % bioüzemanyag (amit később 4,2 %-ra mérsékeltek), 2020-ig pedig 10% megújulóenergia-arány elérését. A közlekedési célú energiafelhasználás – a többi szektorral ellentétben – szinte töretlenül emelkedik a tagországokban, Magyarországon pl. 50%-kal nőtt 2000 óta, és 2017-ben a teljes hazai végső energiafelhasználás negyedét tette ki (Eurostat). A szektor

megújulóenergia-felhasználásának alakulását a 7. ábrán követhetjük nyomon. Az adatok vizsgálatakor fontos szem előtt tartani, hogy a megújuló energia arányának számítása sajátos szabályok alapján történik, a preferált energiahordozók térnyerését például ún. multiplikátorokkal ösztönzik, amely többszörös értéken történő beszámítás tesz lehetővé. A 2017-ben elért 6,8 %-os arány a multiplikátorok alkalmazása nélkül 4 %-ra módosulna.

7. ábra A megújulóenergia-felhasználás, a bruttó végső energiafelhasználás (PJ), illetve a megújuló arány (%) alakulása a közlekedési szektorban



Forrás: saját ábra SHARES (2018) alapján

2004-ben még csak a vasúti közlekedés villamosenergia-felhasználásának megújulóként elszámolható része jelent meg a kimutatásokban. A bioüzemanyagok felhasználását a bekevert biodizelre és a bioetanolra a 2003. évi CXXVII. törvény által lehetővé tett jövedékiadó-visszatérítés ösztönözte 2007-ig, majd 2011-ig a megcélzott 4,4%-os bekeverési arány elérését főként adódifferenciálás segítette elő (Laczó, 2008). A bioetanol jövedékiadó-mentessége 2011-ben szűnt meg, majd fokozatosan emelték az adókulcsát. A 2007 és 2011 között népszerű E85-ös üzemanyag árelőnye és felhasználása először a jövedéki adó emelkedése, majd 2014-től a fosszilis üzemanyagok árának csökkenése következtében gyakorlatilag megszűnt.

A Bioüzemanyag törvény (2010. évi CXVII. Törvény) alapján az üzemanyag-forgalmazóknak kormányrendelet szabja meg a bioüzemanyag-értékesítési arányát. A vonatkozó kormányrendeletek 2013-ig a motorbenzin esetében 3,1, gázolaj esetében 4,4 %-os, 2014 és 2018 között egységesen 4,9–4,9 %-os, a 2019-2020-as időszakra pedig összességében 6,4 %-os értékesítési arányt írtak elő az energiatartalomra vetítve, amely 2020. január elsejétől biodizel esetében 8,2%-ra, bioetanol esetében pedig 6,1 %-ra módosul (186/2019. Korm. rendelet).

A 7. ábrán látható, hogy a megújulóarány 2010-re elérte a 6,1%-ot, vagyis teljesült a 2010-re kitűzött cél. Az ezt követő időszakban a megújulóarány emelkedése a nevezőben szereplő teljes közlekedési energiafogyasztás erőteljesebb csökkenésének tudható be, melyhez a gazdasági válság mellett az adott időszakra jellemző magas üzemanyagár is hozzájárult. A 2013-at követő újabb fellendülést azonban 2015-től ismét visszaesés követte a megújulóirányelv 2015-ös felülvizsgálata miatt kialakuló bizonytalanság kö-

vetkezében ((EU) 2015/1513 által módosított 2009/28/EK). A felülvizsgálatot ugyanis az elsőgenerációs – élelmiszer és takarmány céljára is alkalmas alapanyagokból gyártott – bioüzemanyagok növekvő termelése, és a korábban érintetlen földterületek termőterületé alakításából adódó plusz széndioxid-kibocsátás miatti aggodalmak indukálták.

A nem élelmezési célú alapanyagokból gyártott, ún. fejlett üzemanyagok támogatására még nincs szabályozás. Bár a 2020-as célok nem határoznak meg erre vonatkozóan kötelező arányt, a felülvizsgált megújuló irányelv alapján 3,5%-ot kell teljesíteni 2030-ig (EU, 2018/2001).

A közúti közlekedés megújuló arányának növelése a bioüzemanyagokon – és a végső energiafelhasználás mérséklésén – túl a közlekedés megújuló villamosenergia-felhasználásának bővítése révén lehetséges. Az elektromos közlekedés népszerűsítésére a kormány komplex támogatási rendszert hozott létre. Az ún. „környezetkímélő gépkocsik” (tölthető elektromos hajtómotorral rendelkező járművek meghatározott hatótáv felett) zöld rendszámra jogosultak, ami többek között ingyenes parkolást, védett övezetekbe történő behajtást tesz lehetővé, emellett mentesít a regisztrációs, a gépjármű- és cégautó adó, valamint az átírási illeték megfizetése alól (6/1990-es KöHÉM és 326/2011. Korm. rendelet). A tisztán elektromos autók beruházási támogatásban is részesülnek. A 2018-as eladási adatok alapján a közép-európai régióban Ausztrián (2,5%) kívül csak Magyarországon érte el az elektromos járművek részesedése az újonnan vásárolt autók 1%-át (1,5%), míg az uniós átlag 2% (ACEA, 2019). Az elektromos közlekedés elterjedéséhez nélkülözhetetlen a megfelelő infrastruktúra kialakítása is, melynek megfelelő ütemezéséről a 170/2017. Kormányrendelet gondoskodik.

A közlekedésszektorban eddig elért megújulóarány a 2020-as célokhoz igen alacsony mértékben járul hozzá, 2017-ben az elszámolható felhasználás 1%-át jelentette. Az energiastratégia 9%-os közlekedési energiaarányra számol 2030-ig, a NEKT-tervezet pedig 450.000 elektromos járművet céloz meg ugyanezen időtávon, ami igen ambiciózus célnak tűnik, bár a technológiai fejlődésből adódó árcsökkenés elősegítheti a teljesülését.

Jó úton járunk? Szabályozási tapasztalatok

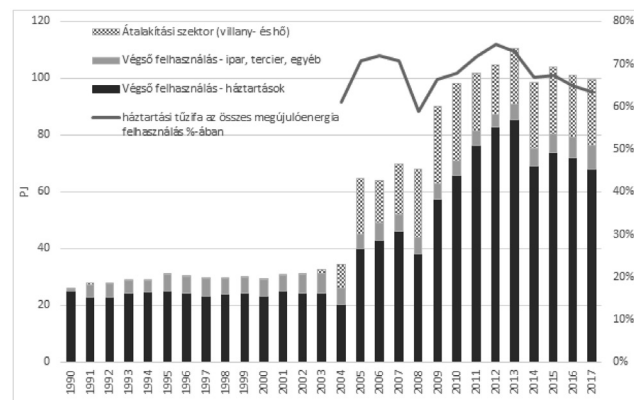
A következőkben néhány olyan szabályozási anomáliát mutatunk be részletesebben, amelyeket a megújulóenergia-felhasználás gazdasági és környezeti hatékonysága szempontjából problémásnak ítélnék. Ilyen a háztartási biomassza-felhasználás kiemelt szerepe a megújulóenergia-felhasználásban, a megújuló alapú távhőtermelés jelenlegi támogatási módja, a szélerőművek telepítésének korlátozása, és a napenergia-felhasználás szabályozása.

A háztartási tűzifa szerepe a magyar megújulóenergia-szektorban

Magyarországon a kivárási támogatáspolitikai hatását tükrözi a felhasznált megújuló energiaforrások összetételének alakulása is. Az elmúlt tizenöt évben a szilárd biomassza részaránya mindvégig 80-90% között alakult, miközben a teljes megújulóenergia-fogyasztás 37 PJ-ről 117 PJ-ra nőtt (EUROSTAT, 2019a). A szilárd biomassza felhasználáson belül a háztartási szegmens a meghatározó: a vizsgált idő-

szak elején ez volt szinte az egyetlen végfelhasználás, és az időszak végén is ebből származik Magyarország teljes megújulóenergia-felhasználásának közel kétharmada (8. ábra).

8. ábra A szilárd biomassza energetikai használatának alakulása, (PJ) és a háztartási felhasználás aránya (%) Magyarországon 1990-2017



Forrás: saját ábra EUROSTAT (2019a) alapján

A hivatalos statisztikák nem bontják tovább a szilárd biomasszát fásszárú és lágyszárú biomasszára. A MEKH egyedi adatközlése szerint a villamosenergia- és hőtermelési célú szilárd biomassza-felhasználáson belül 2016-17-ben 4-5 PJ körül alakult a lágyszárú szilárd biomassza (szalma) mennyisége.

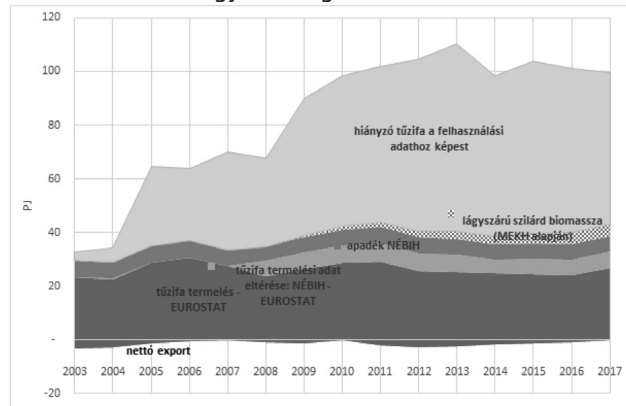
A tűzifa kiemelkedően magas részaránya miatt kritikus kérdés ennek az energiahordozónak forrásoldali rendelkezésre állása és fenntarthatósága. Kínálatának forrása elsősorban a hazai erdészeti tűzifa-termelés és az import tűzifa. A kínálati oldalon megjelenő apríték és hulladék származhat más faválasztékokból és ültetvényekről, valamint a szilárd biomassza kínálatára tartoznak a lágyszárú növényi termékek, melléktermékek és hulladékok is, többek között az „erdei apadék”-nak nevezett erdészeti hulladékok (tisztítási, gyérintési faanyagok, kéreg, ágfa, tuskó, vágástéri apadék) is, melyek nagyrészt közvetlen lakossági gyűjtéssel kerülhetnek a háztartásokba.

A tűzifa- és az iparifa-kitermelés összege adja a nettó fahasználatot, amihez hozzáadva az apadékokat a teljes fahasználatot kapjuk bruttó köbméterben. Az erdőn maradó apadék jelentős része begyűjthető energetikai célra, Molnár, Börcsök, Pásztor és Komán (2013) szerint ez akár a bruttó fakitermelés 10%-át is elérheti.

A tűzifa termelési adatok esetében azt látjuk, hogy 2008-ig a magyar erdészeti szakhatóság (NÉBIH, korábban MGSZH) által publikált érték megegyezik az EUROSTAT által közölt adattal, 2008-at követően azonban minden évben legalább félmillió köbméterrel meghaladja azt. Számításaink szerint az eltérés mértéke stabilan 11-12%, vagyis az EUROSTAT tűzifa-adata plusz a bruttó fakitermelés 10%-ának háztartási felhasználásra begyűjtött apadékként való kimutatása nagyjából megegyezik a hivatalos magyar tűzifa-kitermelési adattal (NÉBIH 2019). Ezen kívül a MEKH közlése alapján becsültük a lágyszárú szilárd biomassza idősorát, amely a villamosenergia- és hőszektorban a tűzifához képest alternatív forrást jelenthet a „szilárd biomassza” kategórián belül. Az energiaültetvények termelése egyelőre statisztikai szempontból elhanyagolhatóan kevés, a 100 PJ körüli szilárd

biomassza szegmensben belül a fél PJ alatti nagyságrendben mozog (NÉBIH, 2019). Végül az utolsó kategória forrásoldalán az import lehetne, de Magyarország – egyetlen év kivételével (2010) – nettó tűzifa-exportőr (EUROSTAT, 2019b).

9. ábra A szilárd biomassza forrásoldalának alakulása, PJ, és a felhasználási adathoz képest hiányzó mennyiség, Magyarország, 2003-2017



Forrás: saját ábra EUROSTAT (2019b), MEKH (2019a), NÉBIH (2019) (Agrárminisztérium) alapján – a tűzifa energiatartalmát Somogyi Z. (2009) alapján átlagosan 0,8 t/m³ sűrűség-gel és 12 GJ/t fűtőértékkel számítottuk ki (9,6 GJ/m³)

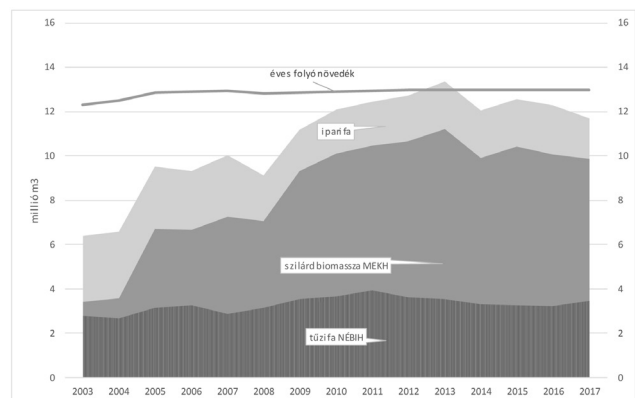
A forrás- és a felhasználási oldal között tetemes hiány mutatkozik. Ezen az sem változtat, ha valamennyi forrásoldali kategóriát teljesen diszjunktnak feltételezünk és kumuláljuk a hivatalos magyar forrásoldali statisztikai adatokat, ahogy az a 9. ábrán látható (ami a valósághoz képest biztosan felfelé torzítja a forrásoldali adatot). Összességében nagyon problémás, hogy Magyarország megújulóenergia-felhasználásának oroszlánrészét kitevő tűzifa-felhasználás számottevő részét – több mint 50%-át – nem találjuk meg forrásoldalon a hivatalos statisztikákban. A kumulált hiány a vizsgált időszakban több mint 6,2 millió köbméter (60 PJ), ami állományi átlagértékkel számolva kb. 37 ezer hektár magyarországi erdő teljes élőfa mennyisége.

A statisztikákban azonosított hiány a forrás- és a felhasználás oldali adatok módszertani problémáiból is adódhat. Amennyiben a forrásoldali statisztikák megfelelőek, akkor az adatok hitelességét megkérdőjelező nagy tömegű illegális fára van szükség, ha a felhasználási oldalt hibátlannak fogadjuk el. Ha pedig az erdészeti statisztikákat fogadjuk el helyesnek, akkor a felhasználási adatok módszertani hiányosságait kell feltételeznünk: vagy a szilárd éghető biomassza fogalma nem egyértelmű – szén, hulladék stb. is ide tartozhat? –, vagy a háztartások fűtési hőigényének becslési módszere nem megfelelő (épületállomány-adatok, hőszigetelésimodell-paraméterek stb.). És a hiányt okozhatja mindezen tényezők együttes hatása is.

Ahogy a korábbiakban említettük, a háztartási tűzifa elszámolásában alapvető módszertani változást vezettek be 2015 után: az erdészeti tűzifa kitermelési adatok átvétele helyett áttértek a felhasználás oldali statisztika előállítására az EU módszertani előírásait követve. A korrekció több mint kétszeres növekedést okozott a korábbi adatokhoz képest, hatását pedig utólag a MEKH 2005-ig vezette vissza a statisztikákban (MEKH, 2019c).

Ha a felhasználásra vonatkozó adatokat fogadjuk el helyesnek, az erdők sokkal nagyobb nyomás alatt állnak, mint ahogy azt az erdészeti statisztikák mutatják. Az évről évre kitermelt mennyiségek ebben az elméleti esetben megközelítik, esetleg meg is haladják az erdők természetes éves növekményét, ami megkérdőjelezné a tűzifa megújuló energiaforrásként való elismerését (10. ábra).

10. ábra A forrásoldali hivatalos éves tűzifa és iparifa-kitermelés, (iparifa és tűzifa NÉBIH) éves tűzifa-felhasználás (szilárd biomassza MEKH) és a Magyarországon kezelt erdők éves folyó növekedékének viszonya, millió köbméter, 2003-2017



Forrás: saját ábra NÉBIH (2019) és MEKH (2019a) alapján, az energiatartalom átszámítása 9,6 GJ/m³ paraméterrel

A konzervatív forrásoldali adat („tűzifa NÉBIH”) feltételezése esetén a felhasználási oldal módszertani kérdései szorulnak magyarázatra, (milyen változás állt be az épületállományban vagy a lakosság fűtési hőigényében) a felhasználási oldali adat („szilárd biomassza MEKH”) elfogadása esetén pedig a forrásoldal módszertani kérdéseit kell megválaszolni (kitermelési statisztikákat megkerülő tűzifa, nem tűzifa jellegű szilárd biomassza eredete és megújulónak tekinthető hányada). A statisztikák alapján jelenleg feltárt helyzet alapjában bizonytalanítja el Magyarország megújulóenergia-teljesítményét, és kérdőjelezi meg a kitűzött 2020-as cél teljesítését.

A jelenlegi arányokban történő lakossági tűzifa-felhasználás további negatív hatása az égetésből származó magas helyi légszennyezés. A háztartások által felhasznált tüzelőanyagok égetése során keletkező egyik legkárosabb légszennyező anyag a szállópor. A háztartások 2017. évi fűtési eredetű összes szállópor kibocsátásának 2%-a származott földgáz, 15%-a lignit, 82%-a pedig tűzifa égetéséből (saját becslés MEKH (2019a) által közölt felhasználási adatokkal és a WHO (n.d.) által közölt emissziós faktorokkal számolva). Ha a WHO által közölt emissziós faktor (0,21 g/MJ) helyett az IIASA Rains adatbázisában (IIASA, n.d., Table 6.) kifejezetten a kelet-európai háztartásokra közölt, több mint kétszer magasabb emissziós faktort számolunk (0,5 g/MJ), akkor 2017-ben a háztartási tűzifaégetés összes szállópor emissziója 34 ezer tonna. Ez több mint 250-szerese a Mátrai Erőmű 2017. évi szállópor kibocsátásának (135 tonna, OKIR, n.d.).

Nemzetközi összehasonlításban a légszennyezési és légszennyezés-eredetű mortalitási mutatóink visszaigazolják, hogy a magyar háztartások jelentős mértékben szennyeznek saját közvetlen környezetük levegőjét, többek

között a nagyarányú tüzifa és feltehetőleg hulladék égetésével. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség levegőminőségi adatbázisa szerint Magyarország észak-keleti régiója Európa területének legszennyezettebb levegőjű 20%-ába tartozik (EEA, 2019). A WHO egészségügyi statisztikája szerint százezer emberből Svédországban 0,4, Finnországban 6, Magyarországon pedig 123 a szállópor-kibocsátás miatt kialakuló otthoni és környezeti légszennyezés következtében kialakult betegség miatt hal meg (WHO, 2017).

A megújuló távhő

A megújuló távhőtermelés alakulását három fő tényező befolyásolja: i) hogyan alakul a teljes távhőfogyasztás, ii) milyen direkt és indirekt támogatások állnak rendelkezésre, illetve iii) a távhő(ár)-szabályozás mennyire segíti az új beruházásokat. A következőkben e tényezőket vesszük sorba.

ruházásokat, jellemzően KEOP és KEHOP programok keretében. A MATÁSZSZ (2019) gyűjtése alapján – amely nem tekinthető teljes körűnek, de a támogatások jelentős részét lefedi – a szektor összesen harmincmilliárd forint támogatást kapott az elmúlt két uniós támogatási ciklusban: ennek 62%-át távhőelosztás korszerűsítésére, további 25%-át (7,5 milliárd forintot) geotermikus projektekre fordították. Szinte az összes üzemelő geotermikus távhőtermelő beruházás uniós támogatással valósult meg. A szilárd biomassza projektek összesen 2,8 milliárd forint támogatást kaptak.

Még egy jelentős tényező befolyásolja a megújuló távhőtermelés bővülését: a távhőszektor szabályozása, mely az elmúlt másfél évtizedben számos változáson ment keresztül attól függően, hogy hatósági áras-e a távhőtermelés, illetve a távhőszolgáltatás, illetve, ha igen, akkor mely intézmény felelős az árak megállapításáért (1. táblázat).

1. táblázat A távhő(ár)-szabályozás egyes időszakai

		2005 előtt	2005-2008	2008-2011	2011 után
Hőtermelés értékesítési ára	Kapcsolt	Miniszter	Lakosság közvetett vagy közvetlen értékesítés esetén a miniszter, egyébként nincs hatósági ár	-	Miniszter
	Egyéb távhőtermelő	Önkormányzat	-	-	Miniszter
Távhőszolgáltatás	Lakosság	Önkormányzat	Önkormányzat	Önkormányzat	Miniszter
	Külön kezelt intézmény	-	-	-	Miniszter
	Egyéb (ipar, szolgáltatás, stb.)	-	-	-	-
Engedélyező	Távhőtermelés	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	MEH
	Távhőszolgáltatás	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	Kapcsolt esetben MEH, egyébként önkormányzat	MEH

Forrás: jogszabályok alapján saját szerkesztés

A rendszerváltás környékén a távhőfogyasztás 70 PJ körül alakult, amely a 2000-es évek elejét követően – elsősorban a lakossági és a terciér szektorban – végrehajtott energiahatékonysági beruházásoknak köszönhetően jelentősen csökkent. Ugyanakkor a távhőfogyasztás részaránya az összes hőfogyasztáson belül továbbra is jelentős, 16%-os súlyt képvisel. Ezzel az értékkel az európai középmezőnyben helyezkedünk el. A tüzelőanyag-összetételben jelentős változás következett be. A 2000-es évek elejére az olajszármazékokat és a szenet szinte teljesen egészében kiszorította a földgáz, melynek aránya ekkor 82%-os volt. 2004-től kezdve jelentősen növekedett a megújuló addig elhanyagolható részesedése, amely mára meghaladja a 16%-ot (Eurostat, 2019). Jelenleg 12 távhőkörzetben geotermikus, 20 helyszínen szilárd biomassza, illetve néhány településen biogázalapú a távhőtermelés (MEKH, 2018).

A megújulóalapú távhőtermelés feljutása döntően két támogatásnak köszönhető. 2003 óta a megújulótermelők a megtermelt villamos energiát a versenypiaci árnál magasabb, kötelező átvételi áron értékesíthetik. Részben ennek tulajdonítható, hogy olyan jelentős távhőtermelő kapacitások működnek kapcsolt biomasszás energiatermelésre alapozva, mint a pécsi vagy ajkai erőművek. A MEKH (2017b) adatai alapján 2016-ban a kapcsolt biomassza-tüzelés éves támogatása meghaladta a 27 milliárd forintot. Másrészt az állam uniós forrásból támogatja a távhőbe-

2005 előtt a távhőtermelés hatósági áron történt, az ármegállapító a miniszter volt abban az esetben, ha a távhő kapcsolt erőműből származott, ellenkező esetben az önkormányzat. A szintén hatóságilag megállapított lakossági végfelhasználói árak kialakítása az önkormányzatok feladata volt. A nem lakossági fogyasztók esetében nem volt hatósági árszabályozás. 2005-től kezdve a távhőtermelés is szabadáras lett, kivéve a távhőtermelés lakossági felhasználásra jutó részét, amely továbbra is hatósági áras maradt. 2008-ban ezt a kitétel is törölték, így már csak a lakosság és a távhőszolgáltató közötti viszonyban maradt fenn az önkormányzati árszabályozás. 2011-ben viszont a liberalizációs folyamat teljes fordulatot vett: egyrészt a hőtermelés és a távhőszolgáltatás is újra hatósági áras lett (az ipari és szolgáltató szektor távhőfogyasztásának kivételével), másrészt az árakat az önkormányzat helyett a Magyar Energia Hivatal (MEH) állapította meg. Ezzel párhuzamosan a szabályozás rögzítette az akkori végfelhasználói árszinteket, melyek később 6,5%-kal, majd 11%-kal csökkentek a rezsicsökkentés következtében. A távhőszolgáltatók veszteségének kompenzálására szolgál a kapcsolt szerkezetátalakítási támogatás, amelyet a villamosenergia-fogyasztók, illetve kisebb részben a földgázszektorra kivetett hozzájárulások finanszíroztak (Mezősi et al., 2016).

2011-től mind a távhőtermelésre, mind a távhőelosztásra évente állapítja meg a szabályozott árakat a miniszter a MEKH javaslata alapján. Ez jelentős kiszámíthatatlanságot jelent mind a meglévő hőtermelő létesítmények rekonstrukciójára, mind pedig az új hőtermelők létesítésére nézve, mivel bizonytalanná teszi a jövőbeli pénzáramot. Emiatt 2011 óta csak jelentős mértékű beruházási támogatással indultak beruházások. Az utóbbi években azonban az árszabályozás miatt sok beruházó már le sem hívja a megnyert támogatást (MATÁSZSZ, 2019). A távhőtermelés szabályozási kudarcra tehát a megújuló elterjedésének korlátja, miközben ez lehetne a megújulóenergia-felhasználás növelés egyik legolcsóbb módja (REKK, 2018). A megújuló távhőtermelés elterjedésének további gátja a rezsiszökkentés fenntartása, illetve, hogy a szabályozó által követett legkisebb költség elvének megfelelően az új megújuló alapú beruházások által megállapított hőértékesítési díj nem lehet magasabb, mint egy már régen leírt, akár 50 éves gázkazan fajlagos költsége.

Szélerenergia

Szélerőművek Magyarországon az első, inotai szélturbina 2000-es beindítását követően egészen 2013-ig létesültek, azóta változatlanul a 2013-ig beépült 329 MW kapacitás működik. A hálózatra adott villamos energia 650-750 GWh körül alakul évente, ami 2017-ben a megújulóáramtermelés 20%-át biztosította (Eurostat, 2019c). Míg Európában átlagosan a villamosenergia-kereslet 14%-a származik szélenergiából, Magyarországon 1%. A szélenergia kedvezőtlen megítélése nem csak a hazai szabályozásra jellemző, összehasonlításképpen Szlovákia, Szlovénia és Csehország is igen alacsony, 1% vagy az alatti aránnyal rendelkezik, Bulgáriában azonban 3%, Lengyelországban 7%, Romániában pedig 10%-os a szélenergia részesedése. A legmagasabb szélenergia-felhasználási arány Dániában valósult meg (41%) (WindEurope, 2018). Hogy egy adott ország mely technológiákat részesíti előnyben támogatási politikája kialakításakor, az attól függ, hogy mekkora az adott technológia helyi potenciálja, milyen mértékű kapacitást képes a hálózat befogadni, illetve milyen energiapolitikai elképzelései vannak jövőbeli energiamixét tekintve. Ideális esetben az adott technológiával kapcsolatos elképzelések kellő időben körvonalazódnak, legalább középtávon változatlanok, és a beruházók következetes és kiszámítható szabályozás alapján hozhatják meg döntéseiket. A szélenergia magyarországi szabályozása azonban többnyire nem a várakozásoknak megfelelően alakult.

A széles kapacitások létesítésével kapcsolatos legnagyobb dilemmát többnyire a hálózati integráció jelenti, amely a termelés időjárás-függőségéből adódó sztochasztikus jellege, és a szélturbinák műszaki jellemzői miatt adódik. A nagyobb méretű szélerőműparkok esetében az időjárási viszonyok hirtelen megváltozása jelentős kapacitáskiesést okozhat a villamosenergia-rendszerben, és nagymértékben befolyásolhatja a szükséges szabályozási tartalékok mennyiségét és költségét (Hartmann, 2012).

A támogatás hatására felfutó kapacitáslétesítések kapcsán felmerülő rendszerbiztonsági és finanszírozhatósági aggodalmak hatására 2006-ban a MEH 330 MW-ban ha-

tározta meg a maximálisan beépíthető kapacitásmennyiséget („szélkvóta”). A körülbelül 1500 MW teljesítményre vonatkozó létesítési engedélykérelemnek kevesebb, mint a felét fogadta be a hivatal (305/B/2009. AB határozat). A befogadott kérelmekben szereplő kapacitásokat „pro-rata” alapon arányosan lecsökkentve osztották ki – a kérelmezők átlagosan az általuk igényelt kapacitások 51 százalékának létesítésére kaptak lehetőséget – ami vélhetően méretgazdaságossági szempontból hátrányosan érintette a projektek jövedelmezőségét (Tóth et al., 2011). A kapacitások kiosztásával egyidőben ugyanakkor egy átláthatatlan másodlagos szélkvótapiac is kialakult, ami járadékvadászatot indított a pályázók körében (Pató et al., 2018).

A 2007-es Villamosenergia Törvény (2007. évi LXXXVI. Törvény) alapján 2008-tól már – akkoriban még európai szinten is előre mutatónak számító – versenyeztetésen alapuló pályázati rendszer keretében lehetett létesítési jogosultságot szerezni. A 2009-ben meghirdetett 410 MW kapacításra 2010. március 1-ig 68 pályázó, összesen 1175,75 MW kapacitásigényt nyújtott be (Energiaklub, 2010). Az előzetesen meghirdetett, átlátható feltételek mellett kiírt pályázat ellenére azonban ismét csalódnuk kellett a befektetőknek: miután a pályázók a részvétel feltételeként megszabott engedélyeztetési folyamatokat végigjárták, szerződéseket kötöttek és költséges szélméréseket is végeztek, az eredményhirdetés előtt érvénytelenné nyilvánították a pályázatot. A létesítési engedélyt benyújtó pályázók az Energiaklub (2010) szerint összességében 4-6 milliárd forintos kárt szenvedtek, és már ekkor akadt olyan pályázó, aki 0 forint támogatást igényelt volna (MEKH tájékoztatás).

Bár a fejlesztők még reménykedtek előkészített projektjeik megvalósíthatóságában és elsüllyedt költségeik jövőbeli megtérülésében, a 2016-os jogszabály-változtatások miatt erre semmi esélyük nem maradt (34/216. NGM rendelet és 277/2016. Korm. Rendelet). A szélerőművek létesítésére vonatkozó műszaki-biztonsági feltételeket előíró rendeletek módosítása a szélturbinák méretére, maximumkapacitására és zajterhelésére vonatkozó előírásokkal gyakorlatilag kizárta a legfontosabb gyártók szélkerekeinek felállítását, az országos településrendezési és építési követelményekről szóló rendelet pedig olyan feltételeket szabott a turbinák elhelyezésére, amely alapján gyakorlatilag nem lehetséges szélturbinák létesítése Magyarországon (Energiaklub, 2016; Kotek, 2016).

A szélenergia-termelés jövőjét tekintve sem lehetünk optimisták: míg Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2020-ra még 750 MW, a NEKT-tervezet 2030-ra már nulla szélkapacitást tervez. Ez azt sejteti, hogy a már működő szélturbinák engedélyeit sem lehet meghosszabbítani, vagyis a még működőképes, 2011-ben telepített, de 25 évig működtethető turbinákat is leszerelik, sőt, a régi turbinák cseréje (retrofitja) sem végezhető el a működő szélparkok erre a célra kiépített infrastruktúrájának hasznosítására.

REKK (2018) szerint még az aránylag magasabb megtérülési elvárások mellett is a meglévő szélenergia-parkok felújítása, a szélkerekek modernebb változatra történő cseréje lenne a második legolcsóbb alternatíva a megújulóenergia-vállalások teljesítésére. 7,55%-os súlyozott tőkekölség (WACC)

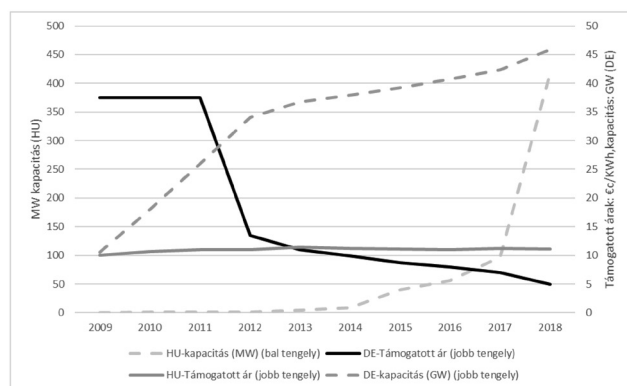
feltételezése mellett a jelenlegi széles kapacitások retrofitja (a jelenlegi erőművek bizonyos idejű további üzemeltetése után, nagyobb mértékű felújítás szükségessége esetén) alacsonyabb költséggel járna, mint a kereskedelmi PV beruházások (2030-ban 1,3 EUR/MWh), ha feltételezzük, hogy a jelenleg működő 2 MW-os turbinákat 5 MW-os egységekre cserélnénk. A csere által a jelenlegi kapacitásmennyiség 825 MW-ra növekedhetne. A szélerőművek tiltása éves szinten 25 milliárd forinttal növeli meg a 2030-as megújuló cél eléréséhez szükséges támogatáshoz szükséges támogatást (REKK, 2018).

Napenergia

A fotovoltaikus rendszerek (PV) erőteljes költségcsökkenése jelentős kihívás elé állította a kötelező átvételi rendszereket (KÁT) alkalmazó európai tagállamokat az elmúlt évtizedben. A szabályozók által megállapított átvételi áraknak tükrözniük kell a beruházás teljes költségét, annak érdekében, hogy a kívánt befektetések megvalósuljanak, azonban az erőteljes költségcsökkenést is le kell képezniük az árszabályozásban, nehogy a túlzó támogatásokkal a fogyasztói terheket feleslegesen növeljék.

A hazai napelem-támogatási rendszer eltért az európai „fősodortól”. Míg a többi tagország folyamatosan mérsékelte a támogatási értéket, annak érdekében, hogy az átvételi ár kövesse a technológia erőteljes költségcsökkenését, addig a magyarországi támogatási szint egységnyi energiára vetítve reálértékben lényegében változatlan maradt a támogatási rendszer fennállása óta. A stabilan tartott hazai árszint viszont kezdetben jóval alacsonyabb volt annál, hogy bármilyen megtérülést biztosítson a napelemes beruházásokra, egészen 2016-ig, amikor a technológia költségcsökkenése és a támogatási rendszer változása miatt vonzó befektetési lehetőséggé vált. A napelemes technológia támogatási szintje 2008-ban 26,46 Ft/KWh volt, ami a fogyasztói árindexet követve 2014-re 32,49Ft/KWh-ra növekedett. Jelenleg is 32,59 Ft/KWh a METÁR KÁT-ban elérhető támogatás összege (0,5 MW alatti erőművekre). 2016-ban, rövid fél év alatt több mint 2000 MW támogatási kérelem érkezett be az Energiahivatalhoz, s azóta dinamikus nő a beépített kapacitás. A magyar és a német támogatási szintek és a napelemes kapacitások alakulását mutatja a 11. ábra.

11. ábra Napelemek év végi beépített teljesítőképességének alakulása 2010-2018 HMKE nélkül



Forrás: saját ábra, Bagi (2019), RES-Legal (2019) alapján

A 2003-as, elkerült externáialapú, kWh-ként 24 Ft-os kezdeti támogatási szint jóval elmaradt az EU-tagállamokban akkor jellemző 405-525 €/MWh (120-150 Ft/KWh) szinttől (CEER, 2011). Míg a hazai támogatási rendszer azt várta, hogy a technológia költségcsökkenése az elvárt szintet megközelítse, a nyugati országok olyan támogatási szintet határoztak meg, hogy megérje beruházni (Lásd részletesebben: Branker et al., 2011). Ennek eredményeképpen hazánkban 2016-ig csak minimális, 40,5 MW fotovoltikus KÁT-os kapacitás épült, ami nem is okozott a fogyasztók számára jelentős terhet. Magyarországon a megújuló villamosenergia-termelés 2012-re mindössze 2,9 €/MWh-val emelte a villamosenergia-árakat a termelt mennyiségre vetítve, ezzel szemben ez az érték a cseh fogyasztóknál 14,5 €/MWh volt, aminek nagy részét a napelemes termelés felfutása okozta (CEER, 2015).

A hazai KÁT-szabályozás másik fontos jellemzője, hogy a technológiai költségcsökkenést nem az árszint nyomán követésével, hanem a támogatási periódus hosszának csökkentésével kívánta követni. Ennek az egyedi megoldásnak addig nem volt jelentősége, amíg a támogatás elmaradt a költségektől. A támogatási szint vonzóbbá válásával a szabályozó által megengedett megtérülési szinthez meghatározott rövidebb támogatási időtartam csökkentti ugyan a fogyasztói terhet, de sokkal gyengébben közvetíti a beruházó felé azt a „piaci” üzenetet, hogy a beruházás megtérül-e vagy sem. Ennek oka, hogy a beruházókat legfőképp az első tíz év cash flow-ja érdekli: még akkor is a beruházás mellett döntenek a magas támogatási szint miatt, ha a támogatási időszak alatt mégsem térül meg teljesen a beruházásuk, bízva a nagykereskedelmi árszint emelkedésében. Jól példázza ezt a 2016 óta tartó napelem-beruházási dömping, ahol a támogatási idő rövidítése ellenére (a 2017-ben meghatározott 20 év 2018-ra 17,3-re, 2019-re 14,3 évre csökkent) már két évre előre kimerült a METÁR KÁT- és prémium támogatási kerete is (Bagi, 2019). Az időtartam csökkentése tehát a támogatási szint csökkentéséhez képest kevésbé alkalmas szabályozási eszköz az ösztönző árjelzések küldésére.

A mindenkori hatékony támogatási szint meghatározásának elengedhetetlen eleme a megújuló aukciók kiírása. Mindaddig a „first come-first serve” módszer alapján történik a támogatott projektek kiválasztása, ami nem költségalapú, ezért nem hatékony.

A KÁT támogatási rendszer hatékonyságát tovább rontja, hogy bár a 2016-os szabályok alapján a beruházásokat két éven belül meg kell valósítaniuk az engedélyvel rendelkezőknek, ezt a határidőt először egy évvel, majd 2018-ban további három évvel hosszabbította meg a 389/2007. Korm. rendelet. A beruházók által felhozott vélt vagy valós indokok között szerepelnek az engedélyezési nehézségek, a kivitelezési kapacitások szűkössége és a hálózati csatlakozási problémák. A beruházók sikeres lobbijának köszönhetően a 2016-ban meghatározott 100 €/MWh átvételi ár lesz érvényben a 2021-ben működésbe lépő berendezések esetében is, vagyis az EU-s országokban a közelmúltban lefolytatott napelemtendereken kialakult árak dupláját fogjuk kifizetni ezekre a projektekre,

miközben még a 2020-as célok eléréséhez sem járulnak hozzá. A lengyel tender 69-85 €/MWh, a görög tender 63-70 €/MWh, míg a német tender 47 €/MWh-ás támogatási szintet eredményezett 2018-2019-ben (Platts, 2018). A három évnyi hosszabbítás csak a beruházók termelői többletének további növekedéséhez vezet, hiszen ez idő alatt várhatóan tovább csökken a PV panelek ára. A 2019 áprilisában hozott 99/2019. kormányrendelet 20%-kal csökkentette a támogatási keretösszegekből 2020 után elnyerhető zöld prémium és kötelező átvételi árak szintjét, azonban ez a korábban már megítélt KÁT-os átvételi árakat nyilvánvalóan nem befolyásolja. A csökkentett támogatási szint viszont ársapkaként szolgálhat a jövőbeli aukciókon.

Az 50 kW alatti, háztartási méretű kiserőművek szabályozása a klasszikus szaldó-elszámolás (net-metering) rendszerét követi. A megtakarítások alapján kalkulálható támogatás szintje a nagyobb napelem-rendszerekéhez hasonlóan alakult: míg a szabályozás bevezetésekor a szaldóelszámolás nem biztosított megfelelő megtérülést, mára vonzó befektetési alternatívát jelent a háztartások számára. Kérdés, hogy szándékozik-e, illetve képes lesz-e a szabályozó az esetleges túlzott támogatást féken tartani további technológiai költségsökkenés esetén.

Összefoglalás

Tanulmányunk a magyarországi megújulóenergia-támogatási politika alakulását és a villamosenergia-, hő- és közlekedési szektorok megújulóenergia-felhasználásának fejlődését vizsgálta az elmúlt 15 évben. A megújuló energia térnyerésével kapcsolatos legfontosabb problémák a háztartási hőcélú biomassza-felhasználást, a távhőszabályozást és a megújuló villamos energia támogatását érintik, a következőkben ezeket foglaljuk össze.

Magyarországra többnyire a kiváló megújuló támogatási politika volt jellemző, amely a költségek minimális szinten tartása mellett alapvetően az uniós elvárásoknak való megfelelést szolgálta. Ezáltal sikerült a megújuló-támogatás költségét viszonylag alacsony szinten tartani. Fontos negatív hatása azonban, hogy a jelenlegi megújulóenergia-fogyasztást döntően a hőfelhasználás, azon belül is a háztartási tüzfifa felhasználása határozza meg, ami nem a megújuló-támogatás-politika vívmánya, és amelyre nem szerencsés az ország megújulóenergia-stratégiáját és jövőbeli céljainak teljesítését alapozni.

A hőcélú háztartási tüzfifa-felhasználás nagyon érzékeny az alternatív energiahordozók (pl. szén) viszonylagos árváltozásaira és a téli hőmérsékletre: a 2016-18 között visszaeső tüzfifa-felhasználás ismeretében megkérdőjelezhető a 2020-as cél megvalósíthatósága is. A magas háztartási felhasználás mellett a támogatáspolitikának tartózkodnia kell a sokkal hatékonyabb távhőrendszerekben történő tüzfifa-felhasználás ösztönzésétől is. Jelenleg ugyanis a fa megújuló jellegét és az erdőállományt veszélyezteti az erdők éves növekményét közelítő éves felhasználás. A forrás- és felhasználás oldal egymásnak ellentmondó hivatalos statisztikai mögött rejlő súlyos módszertani problémák akadályozzák a tisztánlátást. Végül, de nem utolsósorban a többnyire hagyományos háztartási tüzelőberendezésekben történő nagy volumenű tüzfifa- (és vélhetőleg hulla-

dék-) égetés jelentős helyi levegőszennyezést okoz, ami megjelenik a kiugróan magas magyar légszennyezés-eredetű mortalitási adatokban.

A távhőszektorban 2011-ben bevezetett éves ármegállapítás bizonyítan a jövőbeli pénzáramokat eredményezett, a jövedelem kiszámíthatatlansága pedig negatívan hat a beruházási kedvre, jelentős akadályt gördítve a megújulóenergia-felhasználás növekedésének egyik legolcsóbb módja elé. Mindemellett a hőszektor további lehetőségeket kínálhatna a megújulóenergia-termelés növelésére és integrálására. Egyrészt a megújulóenergia-források széles spektruma nagyon jó hatásfokkal használható hőcélú alkalmazásokra, másrészt a hő termelésének – bizonyos mértékű tárolhatósága miatt – nem szükséges szorosan követnie a fogyasztás pillanatnyi változásait, ezért segítheti az időjárásfüggő villamos energia nagyobb arányú rendszerbe integrálhatóságát, a fölös mennyiség hővé alakítása és hőcélú hasznosítása által. Ezért rendszer szinten különösen értékesek a fogyasztói távhőhálózatok, és fontos lenne a megújulóenergia-penetráció növelése érdekében mind a hálózatok jelenlegi állapotának megőrzése, mind a távhőben rejlő további fejlesztési lehetőségek kiaknázása.

A megújuló villamosenergia-termeléshez kapcsolódó, 15 éven keresztül stabilan alacsony támogatási szint mérsékelt kapacitásnövekedést eredményezett. A tanulási görbe késői szakaszába történő becsatlakozással majdnem sikerült teljesen elkerülni a túltámogatást és az abból adódó fogyasztói áremelkedést. A kötelező átvétel alapuló támogatási rendszerbe az utolsó pillanatban becsúszott 2000 MW kiépülése azonban várhatóan 2021-ig húzódik, amikor a megítélt 2016-os támogatási szint már meghaladja az indokoltat, vagyis a túltámogatás a hazai rendszerben is megjelenik. A támogatás végső fogyasztói árra gyakorolt hatásának mérséklése a háztartások esetében különösen fontos politikai céllá vált a rezsicsökkentéssel és a megújulótermelés finanszírozói körének szűkítése révén (a lakosság jelenleg nem járul hozzá a megújulóenergia-támogatáshoz). Az esetlegesen megnövekvő költségek ezért a nem háztartási fogyasztókra hárulnak, ami viszont versenyképességi aggályokat vet fel.

Bár a magyar fogyasztók kevésbé járultak hozzá a megújuló technológiák költségsökkenéséhez, ennek eredményei pozitív haszonnal járnak, amennyiben a hazai szabályozás az ebből adódó előnyöket – a későn jövők előnyét – képes kiaknázni.

A fogyasztói terhek további növekedését megfelelően kialakított és lebonyolított, átlátható és jól kiszámítható versenyfeltétellel lehet mérsékelni. A szélenergia teljes kizárása a megújuló támogatás kiosztására szervezett aukciókról nem racionális döntés, hiszen a már meglévő, kifejezetten erre a célra kiépített infrastruktúra jelentős elsüllyedt költséget képvisel, a meglévő szélturbinák felújításának és kapacitásfejlesztésének megakadályozása pedig jelentősen megnöveli a 2020-as és a 2030-as megújuló célokra való megfelelés költségét. A széles beruházások kedvező költségeiről árulkodhat az a tény, hogy már a 2010-ben meghíúsult tender idején akadtak olyan beruházók, akik támogatás nélkül is építettek volna szélenergia-termelőt.

A megújulótechnológiák költségcsökkenése idővel szükségtelemmé teszi a megújuló villamosenergia-támogatást, amely a megújulóprojektek versenyeztetésével automatikusan kivezethető, és így a megújulókapacitások bővülése fokozatosan piacvezérelt folyamattá válik. Ezzel együtt az időjárásfüggő termelés hálózati és rendszerintegrációja válik hangsúlyossá, amelynek jövőbeli költségeit jelentősen befolyásolja a hálózatokra és a piacműködésre vonatkozó szabályozás.

Felhasznált irodalom:

ACEA (2019). Interactive map: Correlation between uptake of electric cars and GDP in the EU, 06/05/2019. <https://www.acea.be/statistics/article/interactive-map-correlation-between-uptake-of-electric-cars-and-gdp-in-EU>

Ádám J. & Szabados L. (szerk.) (2005). Megújuló erőforrások és környezeti hatásai – cikkgyűjtemény. *Magyar Tudomány*, 2010(Aug.)

Bagi A. (2019). *A METÁR támogatási rendszer*. REKK Energiagazdász képzés előadás, 2019 április 12.

Bartek-Lesi M., Felsmann B., Kerekes L., Mezősi A., & Szabó L. (2018). Nine national case study reports on governance barriers to energy transition - Country report for HUNGARY. *Enable-eu project*. <http://www.enable-eu.com/wp-content/uploads/2018/10/ENABLE.EU-D5.2.zip>

Branker K., Pathaka, M.J.M., & Pearce, M. (2011). A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4470-4482. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.104>

CEER (2011). *Report on Renewable Energy Support in Europe*. Ref: C10-SDE-19-04a 4-May-2011. Council of European Energy Regulators, 2011.

CEER (2015). *Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe in 2012 and 2013*. Ref: C14-SDE-44-0315 January 2015, Council of European Energy Regulators, 2015.

ECB (2019). *European Central Bank Statistical Data Warehouse, ECB reference exchange rate, Hungarian forint/Euro 1999-2018*. http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES_KEY=120.EXR.A.HUF.EUR.SP00.AEC

SP00.AEC (2019) European Commission: Renewable Energy Progress Report, COM(2019) 225 final, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/report-progress-renewable-energy-april2019_en.pdf

EEAE (2019). *Data and Maps, Exposure to PM10 Mapped Against Long-Term Unemployment, (2013-2014)*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/exposure-to-pm10-mapped-against>

Energiaklub (2010). *Viharos szelet kavár a széltender módosítása* (Elemzés). <https://energiaklub.hu/hirek/viharos-szelet-kavar-a-szeltender-modositasa-sajtohir-2010-junius-25-2547>

Energiaklub (2016). *Szabad, csak nem lehet*. https://energiabox.blog.hu/2016/09/16/szabad_csak_nem_lehet_733?_ga=2.63695340.2129850460.1558519423-573626237.1528387827, letöltés: 2019. 05. 23.

EUROSTAT (2019a). *Complete energy balances*. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_c&lang=en

EUROSTAT (2019b). *Roundwood, fuelwood and other basic products, production and trade*. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=for_basic&lang=en

EUROSTAT (2019c). *Supply, transformation and consumption of electricity – annual data*. (nrg_cb_e), http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_cb_e&lang=en

EUROSTAT(2019d). *Purchasing power parities (PPPs), price level indices and real expenditures for ESA 2010 aggregates [prc_ppp_ind]*. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=prc_ppp_ind&lang=en

EUROSTAT (2019e). *Energy for transport: 7.6% from renewable sources, Energy for transport: 7.6% from renewable sources*. 22/02/2019. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190222-1>

ExternE (2002). *European Commission Directorate-General XII Science, Research and Development: Externalities of Energy Vol XX: National Implementation*. letöltés: http://www.externe.info/externe_d7/sites/default/files/vol10.pdf

ExternE (2005). *Externalities of Energy – Methodology 2005* (Update). letöltés: http://www.externe.info/externe_d7/sites/default/files/methup05a.pdf

Fodor B. E. (2012). *A megújuló energia térnyerésének ösztönzési lehetőségei: A hazai kötelező átvételi rendszer értékelése* (PhD-értekezés). Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástani Doktori Iskola, Budapest. http://phd.lib.uni-corvinus.hu/714/1/Fodor_Bea_dhu.pdf

GKM (2002). 56/2002. (XII. 29.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energia átvételének szabályairól és árainak megállapításáról.

Hamburger Á. & Harangozó G. (2018). Factors Affecting the Evolution of Renewable Electricity Generating Capacities: A Panel Data Analysis of European Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(5), 161-172.

Hartmann B. (2012). *Szélerőművek integrálása a villamosenergia-rendszerbe* (Doktori értekezés). Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest. <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/1198/ertekezes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IIASA (n.d). *RAINS Documentation – Fuel Combustion in Stationary Sources*. <http://www.iiasa.ac.at/~rains/PM/docs/documentation.html>

IRENA (2019). *Renewable Power Generation Costs in 2018*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

Kaderják P. & Antall Gy. (2005). Chapter on Hungary. In Peter Cameron (ed.) (2005), *Legal Aspects of EU Energy Regulation* (pp. 375-403). New York: Oxford University Press.

Kerekes L. & Mezősi A. (2014). A magyarországi megújuló alapú távhőtermelés akadályai. *Piaci Jelentés, 2014/III*.

Kotek P. (2015). Honnan fűj? A szélerőműveket érintő szabályozás változásairól. *REKK Policy Brief* 05/2016, https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_2016_05.pdf

Laczó F. (2008). *Bioüzemanyagok előállításnak lehetőségei Magyarországon*. Budapest: Környezettudományi Központ. <http://www.ktk-ces.hu/biouzemanyag.pdf>

- MATASZSZ (2018). *A magyar távhőszektor 2017. évi adatai*. Budapest: MEKH-MATASZSZ.
- MATASZSZ (2019). *Megvalósult fejlesztések a távhőszektorban*. <http://tavho.org/tudaskozpont/megvalosult-fejlesztések>
- MEH (2003). *J/4000. számú Országgyűlési Beszámoló a Magyar Energia Hivatal 2002. évi tevékenységéről*. Budapest, 2003. május
- MEH (2005). *A megújuló energiaforrásokból termelt vilamos energia mennyisége és a támogatási rendszer pénzügyi mutatói Magyarországon 2004-ben*.
- MEH (2007). *A Magyar Energia Hivatal beszámolója a Kormánynak a Magyar Energia Hivatal 2007. évi tevékenységéről*. Budapest, 2008. május
- MEHCST (2009). *Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010–2020*. http://www.mekh.hu/download/a/a2/10000/megujulo_energia_magyarorszag_megujulo_energia_hasznositasi_cselekvési_terve_2010_2020.pdf
- MEKH (2017a). *A MEKH új, a háztartások energiafelhasználására vonatkozó statisztikát tett közzé*. letöltés: <http://mekh.hu/a-mekh-uj-a-haztartasok-energiafelhasznalasa-vonatkozó-statisztikat-tett-kozze>
- MEKH (2017b). *Beszámoló a kötelező átvételi rendszer 2016. évi alakulásáról*. Budapest: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
- MEKH (2018). *A magyar távhőszektor 2017. évi adatai*. Budapest: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal – Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetsége.
- MEKH (2019a). *Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal – egyedi adatközlések és a Hivatalos Statisztika, Éves adatok, Országos éves energiamérleg, Háztartások végső energia felhasználása, Elsődleges megújuló energiahordozók termelése és felhasználása*. <http://mekh.hu/eves-adatok>
- MEKH (2019b). *Nem engedélyköteles kiserőművek és háztartási méretű kiserőművek adatai, 2018*. Budapest: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal. <http://www.mekh.hu/nem-engedelykoteles-kiseromuvek-es-haztartasi-meretu-kiseromuvek-adatai-2008-2017>
- MEKH (2019c). *Módszertani információk*. Budapest: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal. http://www.mekh.hu/download/b/a9/a0000/energiafelhasznalas_szakstat_201906_vegl.pdf
- Mezősi A., Beöthy Á., Kácsor E., & Törőcsik Á. (2016). A magyarországi távhőszabályozás modellezése: A megújuló energiára alapozott hőtermelés. *Közgazdasági Szemle*, 63(10), 1149-1176. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2016.11.1149>
- Mezősi A., Pató Zs., & Szabó L. (2017). Meg-megújuló statisztikák. *REKK Policy Brief*, 2017/01. https://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf
- Mezősi A., Szabó L., & Szabó S. (2018). Cost-efficiency benchmarking of European renewable electricity support schemes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 98(Dec.), 217-226. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.001>
- Michael J. & Staffell I. (2018). Short-term integration costs of variable renewable energy: Wind curtailment and balancing in Britain and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 86(1), 45-65., <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.01.009>
- Molnár S., Börcsök Z., Pásztory Z., & Komán, Sz. (2013). Mire elég a magyar dendromassza? *Erdészeti Lapok*, 148(6), 173-175.
- Navrud, S. (2009). *Overview and evaluation of benefit transfer techniques and their reliability* (Technical Paper T 5.2. - RS 1c). New Energy Externalities Developments for Sustainability, NEEDS Project. <http://www.needs-project.org/>
- NÉBIH (2019). *Erdészeti Igazgatóság, Agrárminisztérium, Statisztikai Közlemények, Az erdőterületek, az erdőültetések és a fakitermelés alakulása 2017-ben” és „Nettósított kiterjesztett idősor-AM”*. http://www.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyi-miniszterium/agrar-gazdasagert-felelos-allamtitkarsag/hirek/statisztika_-_Adatok_idosorok_-_Erdészeti_adatok
- NEKT (2019). *Magyarország Nemzeti Energia- és Klímatervének tervezete*. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hungary_draftnecp.pdf
- NFM (2011). *Nemzeti Energiastratégia 2030*. Budapest: Nemzeti Fejlesztési Minisztérium. http://www.mekh.hu/download/c/a2/10000/nemzeti_energiastrategia_2030.pdf
- OKIR (n.d). *Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer*. <http://web.okir.hu/hu/>
- Pató Zs., Bartek-Lesi M., Kácsor E., Kaderják P., Mezősi A., & Szabó L. (2018). Renewable Energy in the Member States of the EU, Chapter 12 – Hungary. In Fouquet, D. (Ed.), *EU energy law Volume III*. Deventer: Claeys & Casteels.
- RED (2019). *Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0028>
- REKK (2018). *A 2030-as megújulóenergia-arány elérésének költségbecslése*. https://rekk.hu/elemez/269/a_2030-as_megujuloenergia-arany_eleresenek_koltsegbecslése
- RES Legal (2019). *Legal sources on renewable energy*. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/tools-list/c/germany/s/res-e/t/promotion/sum/136/lpid/135/>
- Resch, G., Welisch, M., Liebmann, L., Breitschopf, B., & Held, A. (2016). A prospective assessment of costs and benefits of renewable energy use in the European union. *Energy & Environment*, 27(1), 10–27. <https://doi.org/10.1177/0958305x16638228>
- SHARES (2018). *Az Eurostat SHARES adatbázisa*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>
- Somogyi Z. (2009). A hazai erdők üvegház hatású gáz leltára az IPCC módszertana szerint. In *Erdészeti Kutatások 2007–2008*. Vol. 92., http://www.scientia.hu/cv/2008/Somogyi_EK_2008.pdf
- Szalai S., Gács I. Tar K. & Tóth P. (2010). A szélenergia helyzete Magyarországon. *Magyar Tudomány*, 171(8), 947-958.
- Tóth P., Bulla M. & Nagy G. (2011). *Energetika*. Digitális Tankönyvtár, https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch04s03.html
- Vida A. (2014). *A bioüzemanyagok előállításának és alkalmazásának gazdasági értékelése Magyarországon* (Doktori (PhD) értekezés). Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományi Doktori Iskola, Gödöllő. https://szie.hu/file/tti/archivum/Vida_Adrienn_ertekezés.pdf, letöltés: 2019. 04. 02.

Watson, F. & Williams (2018). *Briefing the Greek RES Tenders*, May 2018. <http://www.wfw.com/wp-content/uploads/2018/05/WFWBriefing-RES.pdf>

WHO (n.d.). *Indoor Air Quality Guidelines: Household fuel Combustion - Review 2: Emissions of Health-Damaging Pollutants from Household Stoves*. Edwards, R., Karnani, S., Fisher, E. M., Johnson, M., Naeher, L., Smith, K. R., & Morawska, L., https://www.who.int/airpollution/guidelines/household-fuel-combustion/Review_2.pdf

WHO (2017). *World Health Statistics 2017*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255336/9789241565486-eng.pdf;jsessionid=560AC3270ED7F32A734628AAE84AC8A4?sequence=1>

WindEurope (2018). *Wind energy in Europe in 2018: Trends and statistics*. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2018.pdf>

Végjegyzet:

- ⁱ A Nemzeti Energia- és Klímatervek (NEKT) a 2018/1999 Rendelet (az energiaunió és az éghajlat-politika irányításáról) alapján a tagállamok által elkészítendő, egységes szerkezetű középtávú energiapolitikai dokumentumok, melyekben – többek között – nyilatkoznak a közösségi szintű 2030-as energetikai és klímacélokhoz való hozzájárulásuk mértékéről. A 2030-as megújuló célszámok forrása a tagországok által beadott (NEKT) tervezetek. Lásd: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/governance-energy-union/national-energy-climate-plans>
- ⁱⁱ ExternE(2002) és EUROSTAT(2019c) alapján. Az ExternE egyes villamosenergia-termelő technológiákra lebontva alapította meg, hogy a termelésből származó, nem szabályozott emissziók mekkora környezeti károkat okoznak (az épített és agrárkörnyezetben), illetve milyen humán mortalitási és morbiditási hatásokkal járnak. Saját számítás, ExternE (2002), árfolyam: 256,59 (ECB 2019), PPP: 124,85 (EUROSTAT 2019d, (Navrud, 2009) és (ExternE 2005) módszertana alapján.
- ⁱⁱⁱ A 2011-es Energiastratégia elfogadott Nukleáris/Szén/Megújuló forgatókönyve 2030-ra 16%-os villamosenergia-arány-célt határozott meg.