
A fenntarthatósági szempontok érvényesülése a paksi atomerőmű bővítése kapcsán

Felsmann Balázs, Budapesti Corvinus Egyetem, Vezetéstudományi Intézet – Kádár Péter, Óbudai Egyetem, KVK-Villamosenergetikai Intézet – Munkácsy Béla, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet

Három szakmai műhely, a **Budapesti Corvinus Egyetem** Stratégiai és Nemzetközi Menedzsment Kutatóközpontja, az **Óbudai Egyetem** Villamosenergetikai Intézete Megújuló Energiaforrás Kutatóhelye valamint az **Eötvös Loránd Tudományegyetem** Környezet- és Tájföldrajzi Tanszéke energiagazdálkodással foglalkozó kutatói **egyetemközi munkacsoportot** hoztak létre annak feltérképezésére, hogy milyen módon fedezhető fenntartható módszerekkel hazánk energiaellátása. Meggyőződésünk, hogy a stratégiai tervezési feladat komplexitása megköveteli az interdiszciplináris közelítésmódot, amely az energetika és a környezetgazdálkodás értő művelői mellett a társadalomtudományok területén dolgozó szakértők bevonását is szükségessé teszi a közeli jövőben (Munkácsy B. 2013). Lényeges, hogy megközelítésünkben a hazai energiarendszert nem a környezetétől, vagyis a szomszédos országoktól független entitásként értelmezzük, hanem azzal szoros interakcióban lévő hálózatként.

A közelmúlt eseményei a munkacsoport vizsgálódásának fókuszát az új paksi atomerőmű építésének hosszú távú következményeire irányították, hiszen a **paksi erőmű bővítése nem kizárólagos opció, csak egy változat a lehetséges energiaellátási megoldások közül.**

Számos műszakilag elképzelhető alternatíva létezik Magyarország villamosenergia-ellátásának tekintetében. Műszakilag megvalósítható akár a tisztán hazai szén alapú, tisztán gáz alapú villamosenergia-termelés, de üzemképes a jelenlegi portfólió is. Hasonlóképpen a nukleáris vagy éppen a megújuló részarány növelése is elképzelhető. Ugyanakkor látni kell, hogy az energiatervezést nem egyszerűsíthetjük le pusztán technikai, műszaki vonatkozások vizsgálatára. Az erőművi portfólió összeállításánál érdemes a meglévő status-quo-ból indulni, majd pl. a STEPLE struktúra alapján döntéseket formálni¹ (Kádár P. 2007).

A vizsgálatokat két dimenzióban végeztük, miszerint az éves megtermelt energiamennyiségeket, illetve a napi termelési/fogyasztási görbéket illesztettük. Külön fel kell hívni a figyelmet arra, hogy – **kutatásunk jelenlegi fázisában – vizsgálatainkban a hagyományos paradigma keretében kerestünk forrásokat, azaz „amennyi a villamosenergia-igény, annyit termelünk”.** A korszerű eszközökre alapozott világtrendek már jelentősen befolyásolják ezt, ugyanis a smart megközelítésben csökken az energiafogyasztás, a napi fogyasztási görbék jobban befolyásolhatók és a technológiák fajlagos energiafelhasználása is csökkenő értéket mutat. Ilyen megoldások alkalmazásának vizsgálata a

¹ STEPLE – Social – Technical – Economy – Political – Legal – Environmental framework,

kutatás következő fázisában valósul meg. Az eddig felszínre került elsődleges kutatási eredményeink az alábbiakban foglalhatók össze:

1) A 2030-ig előre jelzett hazai villamosenergia-igény a nukleáris kapacitások bővítése nélkül is biztosítható a megújuló energiaforrások aktívabb bevonásával a hazai villamosenergia-termelésbe

Az európai villamosenergia-rendszerben gyökeres átalakulás zajlik. 2013-ban közel 250 milliárd dollár új befektetés áramlott a megújuló energia szektorba (Frankfurt School - UNEP Centre, 2013), ami évek óta meghaladja a fosszilis és nukleáris szektorba együttesen történő új beruházásokat. Míg 2010-ben Európa csupán villamosenergia-termelésének 5,7%-át fedezte nap- és szélenergiából, addig 2013-ban ez az érték már a 12%-ot közelíti. 2013-ban az európai naperőművek 67 GWh áramot termeltek (ENTSO-E, 2014). Ehhez képest a MAVIR 2013 novemberében közzétett 2030-ig előretékintő erőművi kapacitásterve (MAVIR, 2013) olyan előfeltevésekkel él a megújuló energiák hazai elterjedése tekintetében, amik erősen eltérnek az európai és regionális trendektől. A kapacitásterv csupán 87 MWp fotovillamos kapacitás hazai megvalósításával számol, miközben ezt az értéket már 2012 végén elérte illetve jelentősen túlszárnyalta a közép-kelet európai régió valamennyi állama (Kádár, 2014). Hasonló a helyzet a szélenergia tekintetében ahol a 2030-ra a MAVIR által tervezett 600 MW új kapacitás csupán a 2010-es hazai célérték elérését biztosítaná.

Kutatócsoportunk a legkorszerűbb térinformatikai vizsgálatok segítségével első lépésben a **napelemek és a szélerőművek** elhelyezésének lehetőségeit vizsgálta meg, tekintettel arra, hogy ez a két technológia már napjainkban is gazdasági és műszaki értelemben egyaránt versenyképesnek tekinthető az egyéb energiatermelési módokkal.

Az elemzés a **szélerőművek** tekintetében igen szigorú fenntarthatósági szempontokat figyelembe véve az ország területének **5,8%-án** húz felső korlátot, ami kb. 50 000 MW teljesítmény létrehozását teszi lehetővé. A kapott értéket **technikai potenciálként** értelmezzük. Ez a 2013-ban publikált német adatokkal összevetésben az általunk alkalmazott szigorúbb feltételrendszerre utal, illetve arra, hogy a németországihoz viszonyítva a hazai szabályozási környezet sokkal szigorúbb. Ezt támasztja alá a Német Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal 2013-ban közreadott elemzése szerint Németország 13,8%-án lehetséges szélerőműveket telepíteni (Lütkehus, I. et al 2013). Ugyancsak nemzetközi adatsorok segítségével találtunk támpontot a **társadalmi-gazdasági potenciálra**, vagyis arra, hogy mekkora szélerőmű-kapacitás volna telepíthető hazánkban 2030-ig. A külföldi adatsorokkal való összevetésben megállapítható, hogy 20 éves távlatban előretékintve 4000-5500 MW szélerőmű-teljesítmény volna hazánkban működésbe állítható – ez 1000-1400 MW atomerőművi kapacitással vethető össze. **A fenti számítás lényegét összefoglalva az állapítható meg, hogy az ország területének alig 0,5%-án (vagyis a rendelkezésre álló terület 99,5%-át érintetlenül hagyva), maximálisan ekkora teljesítmény volna elérhető a nemzetközi fejlődési trendek figyelembe vételével, támogató szabályozási környezettel 2030-ig. További számításainkban ennek a potenciálnak csak egy részét vettük figyelembe.**

A **napelemek** telepíthetősége kapcsán – természetvédelmi–fenntarthatósági megfontolásból – a zöldmezős megoldásokat nem vettük számításba, kizárólag a meglévő infrastruktúra (épületállomány, út- és vasúthálózat) optimális tájolású elemeivel kalkuláltunk. A fenti igen szigorú

korlátozásokkal rendelkezésre álló felület 235 millió m², ami az ország területének 0,25%-a. A jelzett terület 33 600 MW napelem-teljesítmény használatba vételének lehetőségét jelenti, amit ez esetben is technikai potenciálként határozunk meg. A nemzetközi adatsorok tükrében megállapítható, hogy a társadalmi-gazdasági összefüggések korlátjait figyelembe véve hazánkban 4800-6200 MW napelemes teljesítmény alakítható ki az elkövetkező 20 évben. **Összefoglalva: egységnyi területre, egységnyi lakosságszámra vetítve sokkal kedvezőtlenebb természeti adottságok mellett ekkora teljesítmények már működnek az Európai Unióban, ezért ezt egy 2030-ig maximálisan elérhető értéként vettük figyelembe, ezek számításainkhoz igazodási pontként szolgáltak – ám első lépésben ennél kisebb értékekkel számoltunk.** Lényeges kiemelni, hogy a fenti koncepcióban a területhasználat nem kizárólagos, vagyis a napelemek esetében ez a területhasználat tehát nem jár új területek lebetonozásával, használatba vételével, és a szél erőművek által igénybe vett terület 95%-án is számos gazdasági tevékenység, így például mező- és vadgazdálkodás folytatható.

Modellszámításokat végeztünk egy, a MAVIR kapacitástervétől eltérő erőművi mix vonatkozásában, amely a rendszerirányító által közzétett adatoknál jelentősen nagyobb mértékben támaszkodik a megújuló energia részvételére a hazai áramtermelésben.

1. táblázat Hosszú távú erőművi teljesítőképesség-mérleg (2030)

	MAVIR kapacitásterv "A" változat (MW)	Alternatív energiamodell (MW)
Paksi Atomerőmű	2 000	2 000
Paks-2	2 400	0
Megmaradó fosszilis	1703	1703
Új gázbázisú	3796	3796
Új OCGT tartalék	1 200	500
Összes nagyerőmű	11 099	7 999
Gázmotorok, gázturbinák, gőzturbinák	780	780
Szilárd biomassa	600	600
Biogáz	120	120
Szél erőművek	850	3183
Naperőművek	90	3025
Egyéb (víz, geotermikus, hulladék)	190	190
Összes kiserőmű	2630	7899
Összes hazai erőmű beépített teljesítménye	13 729	15 898

Forrás: saját számítások MAVIR (2013) alapján

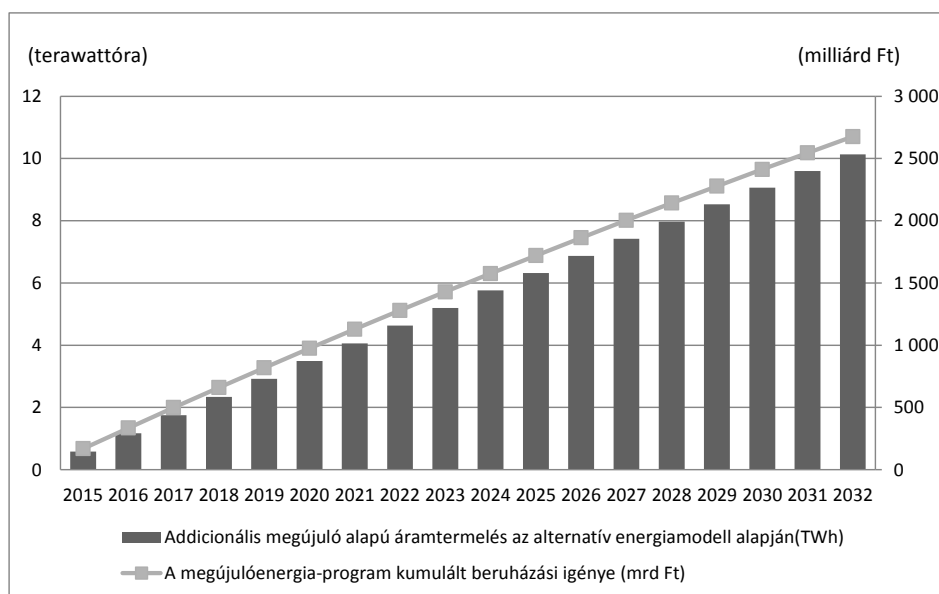
Számításainknál abból indultunk ki, hogy a technológiai és társadalmi-gazdasági potenciálokat figyelembe véve a 2030-as évtizedre elérjük, hogy megújuló energia bázisán termeljük meg a hazai villamosenergia-igény negyedét. Természetesen, ahogyan a bevezetőben is hangsúlyoztuk, ekkora részarány csak akkor érhető el, ha a magyar energiarendszerre az együttműködő európai villamosenergia-rendszer részeként tekintünk, ahol az országok közötti energiaáramlások kiegyenlítik a rövid távú termelési különbségeket. Ugyanakkor megjegyezzük, hogy a MAVIR kapacitástervében szereplő beruházások, így különösen az alaperőművi kapacitások tervezett bővítése is csak regionális

léptékben értelmezhető, hiszen a magyar igényeknél nagyobb zsinórtermelés nem helyezhető el a hazai árampiacon. Ezt a problémát a Nemzeti Energiastratégiában 2030-ra rögzített 11%-os exportarány is alátámasztja. A táblázatban bemutatott alternatív energiamodellünkben – kiinduló feltételként elfogadva a MAVIR kapacitástervében szereplő egyéb feltevéseket – a nap- és szélenergiák segítségével ezt a célkitűzést reálisan elérhetőnek tartjuk. A megújuló energia program nem csupán a 2020-as évtizedre tervezett nukleáris kapacitásbővítés indokoltságát kérdőjelezi meg, de egyben szükségtelenné teszi az új paksi blokkok üzemmérete miatti megnövelt tartalékkapacitások létesítését is.

2) A megújuló technológia aktívabb bevonása a villamosenergia-termelésbe nem növeli az államadósságot és versenyképes alternatívát kínál a 2020-as évekre tervezett nukleáris fejlesztéssel szemben

A 2032-ig, a jelenlegi paksi blokkok várható leállításának kezdő időpontjáig előretekintve közgazdasági értelemben reálisnak és megalapozottnak tartjuk, hogy a **magyar áramigényből 10 TWh mennyiséget az addigra kiépülő 3300 MW beépített szélenergiás és 3400 MW fotovillamos kapacitások termeljenek meg.** Ez a teljes hazai áramigény 25-30%-át jelenti, így egyértelműen alternatíváját képezheti a nukleáris blokkok 2020-as évtized közepére tervezett fejlesztésének. A megújuló energia beruházási program összértékét **2600 milliárd forintra becsüljük, ami a termelt energiaegységre vetítve kisebb, mint az új atomerőmű fajlagos beruházási költsége.** A szél- és fotovillamos erőművek létesítése nem lökészerűen, hanem folyamatosan biztosít stabil beruházási lehetőségeket és nagyobb teret ad a kis- és középvállalkozások bekapcsolódására, mint a tervezett nukleáris fejlesztések. Ráadásul **az atomerőmű építéssel szemben a megújuló létesítése nem kíván közvetlen állami fiskális támogatást, nem növeli az államadósságot és versenyképes alternatívát kínál a nukleáris technológiára épülő áramtermeléssel szemben.**

1. ábra Szél- és naperőműves kapacitásbővítés révén megtermelhető árammennyiség és a kumulált beruházási költségek alakulása (2015-2032)



Németországban a 2014 januárjától érvényes támogatott átvételi árak a 10 MWp mérethatár fölötti napelemes installációknál 9,47 eurocent/kWh, a szélenergiáknál 4,87 – 8,93 eurocent/kWh (RES

Legal 2013). Ez az érték már most alacsonyabb, mint a Nagy-Britanniába tervezett új atomerőmű 11,1 eurocent/kWh garantált ára, de még a Roszatom által Törökországban épülő Akkuyu atomerőműnél garantált 9,4 eurocent/kWh garantált áránál is kedvezőbb. Az adatok egyértelműen igazolják, hogy a nukleáris opció nem olcsó az egyéb lehetőségekkel összehasonlítva.

3) A megújuló energiaforrásokra való átállás minden nemzetközi kutatás eredménye szerint a munkahelyteremtés legjobb eszközei közé tartozik

Csak a legfrissebb szakirodalmi adatok között válogatva, egy 2012-ben publikált átfogó kutatási jelentés szerint (Morris, C. – Pehnt, M. 2012) Németországban **a megújulóenergia-szektor kétszer annyi munkahelyet tart el, mint az energetikai ágazat többi szegmense együttvéve**. Ebből a szempontból a megújuló energiaforrások körén belül a napelemes rendszerek alkalmazása a leghatékonyabb, hiszen az Amerikai Egyesült Államokban 0,88 munkahely/év/GWh munkahely létrehozását és fenntartását jelenti – szemben az atomenergia 0,18-as értékével (Wei, M. et al. 2010).

A brit ZeroCarbonBritain koncepció (Allen, P. [szerk.] 2013) 1,5 millió munkahely megteremtését köti a fenntartható energiagazdálkodásra való átálláshoz, csak az Egyesült Királyság területén. Ebből 1,33 millió munkavállaló közvetlenül megújulóenergia-szektorhoz, 150 000 a hatékonyság és takarékoság területéhez és további 40 000 az erdő- és mezőgazdaság területén a szükséges biomassa előállításához kapcsolódik.

Hazánkban ezen az utóbbi téren, vagyis a biomassa hasznosításában van közvetlenül lehetőség a foglalkoztatottság bővítésére. De általánosságban kijelenthető, hogy a megújulóenergia-szektor fejlesztését a gazdaságilag fejlett térségben az **iparfejlesztés egyik legfontosabb területeként**, vagyis **kitörési lehetőségként** értelmezik (IDA [Dán Mérnökök Társasága] 2009). Ez nyilvánvalóan hazánk számára is követendő szemléletmód, és olyan járható út, amely valóban erősítené a hazai kis- és középvállalkozásokat.

A fentiek alapján az atomerőmű véleményünk szerint messze nem a legjobb lehetőség a foglalkoztatottság bővítésére.

Irodalomjegyzék:

- [1.] Allen, P. (szerk.) 2013: Zero Carbon Britain: Rethinking the Future. 214 p.
- [2.] IDA 2009: The IDA Climate Plan 2050. Background Report (http://energy.plan.aau.dk/IDAClimatePlan-files/BV_Mathiesen_UK_IDAs_Climate_Plan_2050_Background_Report.pdf) 191 p.
- [3.] International Energy Agency (IEA), (2013). World Energy Outlook 2013. OECD/IEA, 2013. ISBN: 978-92-64-20130-9
- [4.] Kádár P. (2007). Döntési módszerek az energetikában; Energiagazdálkodás 48. évf. 2007/1 sz. pp 3-8.
- [5.] Kádár P. (2014). A háztartási kiserőművek hatása az országos teljesítménymérlegre. Napelemes rendszerek létesítése és üzeme IV. szimpózium – Óbudai Egyetem, Budapest, 2014. március 4–5.
- [6.] Lütkehus, I. – Salecker, H. – Adlunger, K. 2013: Potenzial der windenergie an land. 51 p.

- [7.] MAVIR (2013). A Magyar Villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése 2013. Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt., MAVIR-RTO-DOK-0008-00-2013-09-30., Budapest 2013.
- [8.] Morris, C. – Pehnt, M. (2012). Energy Transition – The German Energiewende. Arguments for a renewable energy future – Key Findings. 4 p.
- [9.] Munkácsy B. (2013): The importance of holistic approach in energy planning. In: GEOGRAPHICAL LOCALITY STUDIES (ISSN: 2052-0018) 1: (1) pp. 30-43. (2013)
- [10.] Wei, M. – Patadia, S. – Kammen, D. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? Energy Policy 38, 919-931.

Internetes források:

- [1.] ENTSO-E Database (2014) <https://www.entsoe.eu/data/data-portal/>
- [2.] Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2013). Global Trends in Renewable Energy Investment 2013, <http://www.fs-unep-centre.org> (Frankfurt am Main)
- [3.] RES Legal (2013). Renewable energy policy database and support Legal sources on renewable energy <http://www.res-legal.eu/>