
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 előretekintő 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 szél erőművek** 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 **szél erőművek** 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 szél erőműveket telepíteni (Lütkehus, I. et al 2013). Ugyancsak nemzetközi adatsorok segítségével találtunk támpontot a **társadalmi-gazdasági potenciálra**, vagyis arra, hogy mekkora szél erőmű-kapacitás volna telepíthető hazánkban 2030-ig. A külföldi adatsorokkal való összevetésben megállapítható, hogy 20 éves távlatban előretekintve 4000-5500 MW szél erőmű-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

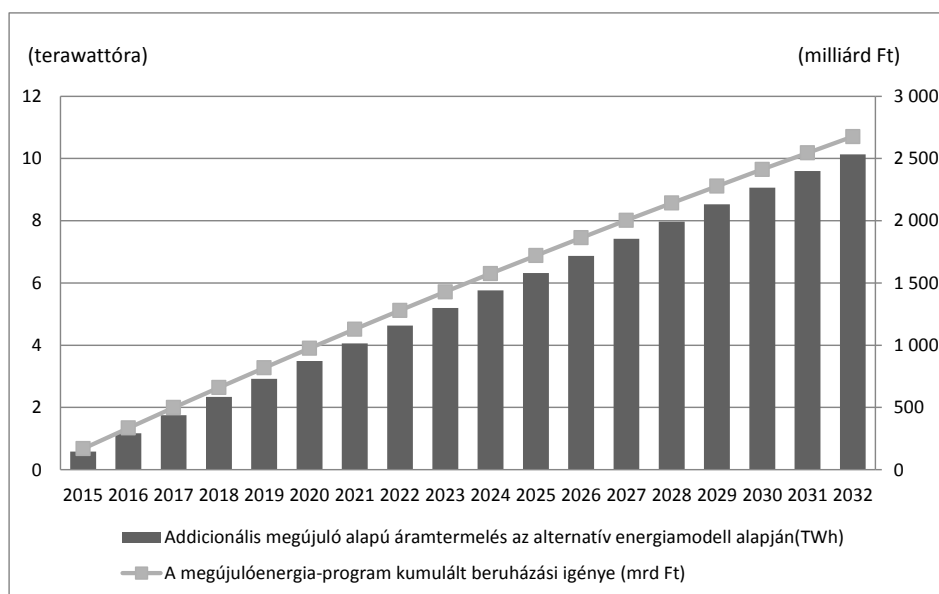
Számításainknál abból indultunk ki, hogy a technológiai és társadalmi-gazdasági potenciálokat figyelembe véve a 2030-as évtizedre elérjük, hogy megújuló energia bázisán termeljük meg a hazai villamosenergia-igény negyedét. Természetesen, ahogyan a bevezetőben is hangsúlyoztuk, ekkora részarány csak akkor 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/>