

A magyar villamosenergia-rendszerbe illeszthető szélenergia mennyisége

I. Általános előzmények

A szélenergia villamosenergia-termelésének időben változó jellege, a változó mennyiségű termelt villamos energia területi eloszlása, a változások nagysága, iránya és gyakorisága komoly technikai kihívást jelenthet a magyar villamosenergia-rendszer szabályozhatósága szempontjából. A rendszerirányító által a rendszer szabályozásához igénybe veendő szabályozási energia mennyiségi és minőségi követelményei és jellemzői alapján a rendelkezésre álló hazai források korlátozottak. A jelenlegi európai technológiai, rendszerirányítási követelmények alapján a különféle típusú szabályozási tartalékok közül csak az óras tartalék tekintetében van lehetőség külső források igénybevételére. Ebből következik, hogy a magyar villamosenergia-rendszerbe beépíthető szélenergia mennyisége – a hatékonyan működő regionális tartalék kapacitás (szabályozási energia) piac kialakulásáig – korlátozott. E mellett fontos annak elemzése is, hogy – a szélenergia szélviszonyoktól függő egyidejű „váratlan” kiesési és üzembelépési jellegét figyelembe véve – milyen mértékű többlet szélenergia kapacitás illeszthető a rendszerbe ezen kapacitás többlet kiszabályozásához szükséges, lekötött tartalék-kapacitás és igénybevett szabályozási energia, illetve rendszerszintű szolgáltatási költség jelentős többlete nélkül (e miatt a fogyasztói terheket minél kisebb mértékben növelve). Ezért a Magyar Energia Hivatal (a továbbiakban: Hivatal, MEH) – a rendszerirányító (MAVIR) bevonásával elemezte, hogy ezek a mennyiségi korlátok milyen mértékben, formában és milyen feltételekhez kötötten határozandók meg.

A villamos energiáról szóló 2001. évi CX. törvény 2005. évi módosítása után a Hivatal 330 MW-ban korlátozta az összesen kiadható szélenergiás engedélyek mennyiségét¹ az akkor rendelkezésre álló adatok, információk alapján. A mennyiségi korlát 2005. évi meghatározása során még nem álltak rendelkezésre a szélenergia valós termeléséről negyedórás mérések, és emiatt nem volt lehetőség hosszabb idősorok elemzésére sem, amelyek megkönnyíthették volna a valós termelési viszonyok modellezését.

Időközben számos szélenergia felépült az engedélyezett mennyiségből. Ez azt jelenti, hogy a legutóbbi szélenergia park (Kisigmánd) létesítése után jelenleg már 175 MW

¹ A Hivatal mennyiségi korlátozással kapcsolatos jogosultsága mind jogszabállyal (miniszteri „tender” rendelet), mind bírói ítélettel gyakorlatilag alátámasztott. Amint azt a Fővárosi Ítéltábla a 2.Kf.27.237/2008/7. szám alatt hozott másodfokú ítéletében megállapítja a Hivatal engedélykérelmet elutasító határozatában „példa értékű eljárást folytatott le”, amelynek során „kidolgozta a megújuló energiaforrások felhasználását célzó engedélykérelmek elbírálásának egységes elveit, elbírálási szempontjait és azokat honlapján közzé tette”. A másodfokú bíróság az ítéletében azt is kimondja, hogy a Hivatal jogszerűen hivatkozik az elutasító határozatában a műszaki korlát meglétére, hiszen annak meghatározásakor figyelembe vette, hogy az összekapcsolt villamosenergia-rendszer miként tud kiegyensúlyozottan, a legoptimálisabb költséggel és az adott technikai színvonalon működni.

szélerőmű kapacitás csatlakozik a hálózatra (2009. június). A többi, engedélyezett projekt előrehaladását értékelve 2009 végéig várhatóan 190 MW kapacitás kerül üzembe.

Tekintettel arra, hogy a felépült szélerőművek villamos energia mérési adatai alapján már lehetőség van a részletesebb elemzésekre is, ezért 2008. második félévében két vizsgálat is készült a villamosenergia-rendszer szabályozhatóságának megtartása mellett a hálózatra csatlakoztatható szélerőmű kapacitások mennyiségének meghatározása érdekében:

- a) A Hivatal megbízta a megfelelő szakmai referenciákkal rendelkező, független külföldi szakmai tanácsadót, a portugál INESCPORTO-t egy vizsgálat elvégzésével, illetve
- b) a MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (a továbbiakban: MAVIR) – saját hatáskörében – külső konzulensként a Magyar Szélerőenergia Társaság szakértő csoportját is bevonva, a hazai fogyasztási és erőművi struktúra pontosabb ismeretében ugyancsak hasonló vizsgálatot végzett el.

Mindkét munka kitért a jelenlegi körülmények között beépíthető teljesítményre, illetve a további szélerőmű kapacitás beépítési feltételeire.

II. A két tanulmány munkamódszere és megállapításai

II.1. A portugál tanulmány

A tanulmány a rendszerterhelésnek és a szélerőművek tényleges betáplálásának statisztikai elemzésén alapulva vizsgálta a szükséges tartalékszintet. A modell órás bontású², és a szélerőművi termelés előrejelzésére vonatkozóan azzal a feltevéssel számol, hogy a következő órára előre³ jelzett szélerőművi betáplálás az aktuális szélerőművi betáplálással egyezik meg⁴. A rendszerterhelés – rendszerirányító által végzett becslésének – hibájára a tanulmány készítői átlagos abszolút százalékos eltérésként 2%-ot határoztak meg.

A vizsgálat alapkonceptiója az, hogy a meglévő erőművi tartalék-kapacitás szint mellett az adott mennyiségű szélerőmű hálózatra csatlakozása egy elfogadható, legfeljebb 3%-os kockázati szintet eredményezzen. A 3%-os kockázat azt jelenti, hogy várhatóan az esetek 3%-ában nem lenne elegendő a jelenlegi 270 MW szekunder tartalék a minden időpontra folyamatosan tervezettnél nagyobb fogyasztásból, illetve a tervezettnél kisebb szélerőművi termelésből származó hiány pótlására. A modell alapján a fenti paraméterek mellett hálózatra csatlakoztatható

² A magyar villamosenergia-rendszerben szokásos elszámolási időintervallum 15 perc.

³ A szakirodalmi adatok szerint [15] ezt a megközelítést a perszisztencia modellek közé sorolhatjuk. Ezen modellek egyszerűek, viszonylag könnyen kezelhetők, robosztus eredményt adnak, de alapvető jellemzőjük, hogy az előrejelzési idő növekedésével drasztikusan romlik a pontosságuk.

⁴ 2007. és 2008. év negyedórás szélerőművi betáplálási adatainak elemzése alapján megállapítható, hogy az összes negyedóra csak mintegy 60%-ában volt 10%-on belüli változás kimutatható a betáplált teljesítmény órás változásában, míg a többi időszakban az eltérés nagyobb volt.

szélerőművek kapacitása összességében (azaz a már meglévő szélerőművekkel együtt) legfeljebb 470 MW lehet. Tehát a tanulmány alapján további **140 MW** szélerőmű kapacitás beépítésére van lehetőség anélkül, hogy bármilyen intézkedést kellene hozni.

A tanulmány a rendszerhez illeszkedő szélerőművi kapacitások növelhetősége érdekében az alábbiakat javasolja:

- a) a tartalék mértékének növelése,
- b) hálózat megerősítése,
- c) szélelőrejelző központ létrehozása és működtetése,
- d) pontosabb terhelésbecslés,
- e) szélerőmű termelés megszakítható termelésként való integrálása,
- f) a szélerőművek bevonása a feszültség- és meddőteljesítmény-szabályozásba.

A tanulmány egyértelmű korlátja, hogy a szélerőműveknek a villamosenergia-rendszerbe történő integrálásánál az általános hálózati kérdéseken kívül (feszültség- és meddőteljesítmény-szabályozás, üzemzavaros és normál üzemállapotok) kizárólag felszabályozási problémaként taglalja a műszaki feladatot. Ez a megközelítése azonban a magyar viszonyok között csak korlátozottan érvényes, hiszen a jelentős mennyiségű kötelező átvétel, illetve a magas atomerőművi részarány miatt **alacsony terhelés mellett kifejezetten leszabályozási problémái vannak a magyar villamosenergia-rendszernek**. A számítást – figyelembe véve a modell feltételezéseit, valamint a magyar menetrendadási és elszámolási gyakorlatot – nem tekinthetjük teljes körű eredménynek, különösen annak figyelembe vételével, hogy az utóbbi hónapokban tovább erősödtek a leszabályozási problémák.

II.2. A MAVIR tanulmány

A MAVIR tanulmány a vizsgálandó bővítési scenáriók⁵ kidolgozásánál kiindulásként a szélerőművek – volatilis termelési tulajdonságából adódóan – menetrendtől való eltéréseit normál erőműves kényszerkiesésként vagy üzemzavarként vette figyelembe. Tehát a számítás során a szerzők azzal a feltételezéssel éltek, hogy a szélerőmű a menetrendje szerint termel, hasonlóan a többi erőműhez. A számítás két esetet feltételezett: (a) *optimális állapot* [a piaci menetrendek teljesülnek], (b) *normál állapot* [a piaci menetrendek nem teljesülnek].

Miután a menetrendtől való eltérés kezelése a szekunder és perces szabályozás időtartományába esik, ezért a szerzők azt feltételezték, hogy ebben az időtartományban a „forgó” szekunder és esetleges perces tartalékok mellett az üzemzavari gázturbinák jelentik az átviteli rendszerirányító által igénybe vehető érdemi felszabályozási képességet (*szélerőmű bővítési scenárió az üzemzavari tartalék beépített teljesítménye alapján*). Ezért az üzemzavari tartalékként lekötött gázturbinák kapacitása határozza meg (a három gázturbina összesített kapacitása 410 MW) a villamosenergia-rendszerbe illeszthető szélerőművek kapacitását.

⁵ A vizsgált scenáriók magukba foglalják a már kiadott engedélyekben szereplő 330 MW-nyi szélerőművi kapacitást.

Figyelembe kell azonban venni, hogy az üzemzavari tartalék kapacitások igénybevétele szempontjából erős korlátot jelent azok működésének technikai (gépegységenként évi 120 óra, minimum 1 óra, maximum 5 óra, ezért ezt is figyelembe kellett venni a számításnál⁶) és elvi (az UCTE tartalék követelményeknek folyamatosan meg kell felelni) korlátozottsága⁷.

Az 2008. év őszén elkészült MAVIR számítások – bizonyos rész feladatainak – meghatározása extrapolációval történt. Ezért 2009. év folyamán a MAVIR a 2008. évi tény értékek alapján aktualizálta a 2008. évre történt számításokat a különböző scenáriók esetén bekövetkező – várható – tartalék hiányokra vonatkozóan.

A MAVIR a vizsgálatokat elvégezte 2009. január és február hónapjára is, de tekintettel arra, hogy a kibontakozó gazdasági válság hatásai miatt a villamosenergia-rendszer jelenleg nem „szokásos” piaci körülmények között működik⁸, ezért ennek hatásait a Hivatal nem tartja közép és hosszabb távon irányadónak a telepíthető szélerőművek kapacitásának meghatározása szempontjából.

A MAVIR tanulmány és annak frissítése alapján a következő vizsgálati eredmények fogalmazhatók meg:

1. *Fel-irányú tartalékigény (2008-ban):* A fel-irányú szabályozás időszakában, optimális piaci menetrendezés⁹ mellett kb. 740 MW beépített össz szélerőmű teljesítmény felett kezd érdemben növekedni a tartalékhiányos negyedórák száma. A rendszer rugalmasságát meghatározó szabályozási gradiensek vizsgálata alapján megállapítható, hogy normál piaci menetrendezés (ez a 2008. évi menetrendezési szokásokat jelenti, lásd IV.2. fejezet) esetén – a szükséges rendszer szabályozási sebesség (gradiens) hiánya következtében fellépő szabályozási korlátok miatt – a tartalékhiány mértéke jelentősen az 1000-1500 MW közötti össz szélerőmű kapacitást vizsgáló scenárióknál növekszik meg [Melléklet M5. ábra, M6. ábra].

A fel-irányú tartalékhiányok a 0 MW-tól 410 MW-ig terjedő tartományban üzemzavari gázturbinák indításával kikompenzálhatóak [1. táblázat].

⁶ A GTER Szerződés alapján a tartalék gázturbinák egyszeri folyamatos üzeme 5 órában van maximálva. A GTER levelében és a személyes egyeztetéseken megerősítette, hogy ezen üzemviteli korlát már nem alkalmazandó, így a tartalék gázturbinák egyszeri folyamatos üzeme 24 órában kerül maximálásra.

⁷ A MAVIR számításokat készítette az üzemzavari tartalékot meghaladó mértékű szélerőmű fejlesztési scenáriókra is (1000-1500 MW).

⁸ A gazdasági válság hatására jelentősen csökkent a villamosenergia-felhasználás, amelynek következménye, hogy jelentősen változtak a villamosenergia-rendszer szabályozásában aktívan részt vállaló gépegységek üzemeltetési viszonyai. Az alacsony igények, azaz a beszükkült értékesítési lehetőségek (magas termelési költségek, alacsony piaci árak) miatt az erőművek kénytelenek gyakrabban és hosszabb ideig is leállítani a gépegységeiket.

⁹ Optimálisnak tekintették a piaci menetrendeket, ha nem keletkezett kiegyenlítő energia, tehát a menetrendek és mérések különbsége nulla.

Indítások maximális időtartama/db	Indítások darabszáma szcenárióként					
	330 MW	450 MW	570 MW	740 MW	1000 MW	1500 MW
1 óra	24	22	26	30	24	48
2 óra	2	2	0	2	10	8
5 óra	2	2	2	2	4	12
5 óra felett	0	0	0	0	0	2

1. táblázat Szenáriónkénti üzemzavari gázturbina indítások várható darabszáma éves szinten

2. *Le-irányú tartalékigény (2008-ban):* A le-irányú szabályozás időszakában, optimális piaci menetrendezés mellett már a 330 MW (jelenlegi korlát) esetén is érzékelhető, de kb. 450 MW beépített szélerőmű teljesítmény felett már érdemben növekedni kezd a tartalékhiányos negyedórák száma. A szabályozási gradiensek vizsgálata alapján megállapítható, hogy normál piaci menetrendezés (ez a 2008. évi menetrendezési szokásokat jelenti, lásd IV./2 fejezet) esetén – a gradiens hiány következtében fellépő szabályozási korlátok miatt – a tartalékhiány mértéke jelentősen az 1000-1500 MW szcenárióknál növekszik meg [Melléklet M7. ábra, M8. ábra].

A nagymértékű le-irányú tartalékhiány okai:

- Piaci szereplők alul menetrendezési magatartása, amely miatt az üzleti napot megelőző munkanapon nincs elegendő leköthető tartalék.¹⁰
- A MAVIR kötelező ajánlatadáson alapuló rendszerének éves tenderére nem érkezik megfelelő mennyiségű le-irányú ajánlat a piaci szereplők motivátlanságából adódóan.¹¹
- A nem szabályozható entitások termelési arányának növekedése a napi menetrendekben, amivel szabályozós erőműveket szorítanak ki.
- A megszakításos (napi több indítás/leállítás) üzemre alkalmas berendezések hiánya. A magyar villamosenergia-rendszerben az erőművek heti ciklusú indítás/leállításra vannak méretezve (a MAVIR tanulmány megállapítása szerint).
- A rendszerben üzemelő kombináltciklusú egységek, hőszolgáltató erőművek szabályozása nem, vagy csak részben (időszakosan) lehetséges.

¹⁰ Az idei évben a piaci szereplők menetrend tervezési gyakorlata megváltozott, a korábbi rendszeres alul menetrendezés megszűnt [IV.2. fejezet]

¹¹ A le-irányú szekunder és perces szabályozási tartalékot biztosítása érdekében a MAVIR a 2010. évi tenderen a le irányú szabályozási tartalék kapacitásdíjának bevezetését tervezi.

3. *Különböző szélerőmű kapacitás növelési scenáriók kiegyenlítő energia igénye*¹²: Az M9. ábra adatai alapján látható, hogy fel-irányban 740 MW szélerőműves beépített teljesítménytől jelenik meg a szélerőművek – a jelenlegihez képest többlet – szabályozási energia igénye a piaci szabályozási igények maximumában, ugyanakkor le-irányban már 330 MW-tól kimutatható ez a hatás, vagyis a többlet tartalék-kapacitás igény.

A fentiek alapján a MAVIR a jelenlegi feltételrendszerben nem javasolja a jelenleg már kiadott 330 MW-nál több szélerőműves engedély kiadását. A MAVIR a szélerőműves kapacitás további növelésének a lehetőségét a következő – alapvetően jogi szabályi/szabályozási – feltételrendszer **együttes teljesülése** esetén látja:

- a) a szélerőművek, szélerőmű-parkok rendszerirányító általi korlátozhatósága, kikapcsolhatósága;
- b) a KÁT mérlegkörben elszámoló kiserőművek, erőmű parkok, energiatároló rendszerek – szabályozható csoportokba szervezéssel – a rendszerszintű szolgáltatásokba bevonása;
- c) fogyasztó oldali befolyásolás eszközének központi alkalmazása;
- d) a korábban kiadott engedélyekkel rendelkező, kötelező átvételi rendszerben termelők érdekeltté tétele az új feltételrendszerbe való átlépésre;
- e) a nem szabályozható erőművek térnyerésének visszaszorítása (az Üzemi Szabályzat csatlakozással kapcsolatos feltételeinek újragondolása és módosítása);
- f) a KÁT mérlegkör allokációs szabályrendszerének (az ebből adódó ösztönzésnek) átdolgozása a termelői menetrendek „betervezett” eltérésének minimalizálása érdekében;
- g) új szélerőművek területi diverzifikáció növelése (ösztönzéssel);
- h) MAVIR többletköltségeinek elismerése a rendszerirányítói menetrend-módosítás kapcsán.

A 2008. augusztusi adatokkal lezárt tanulmány végkövetkeztetése szerint, **amennyiben 2010-ig megvalósulnak a fenti feltételek, (elhárulnak a szélerőművek – szélsébség hirtelen növekedése miatti – betáplálási többletének kiegyenlítéséhez szükséges akadályok) akkor 2010-től akár 740 MW-ig növelhető a beépített szélerőmű kapacitás, vagyis a meglévő 330 MW felett további 410 MW szélerőmű kapacitás rendszerbe illesztése is lehetővé válik.**

Az új szélerőmű kapacitás engedélyezésére és létesítésére irányuló pályázat 2009. évi kiírása során azonban nem biztosítható előre a jogszabályi módosítások előkészítése és főként nem azok hatályba lépése 2010 előtt. E mellett az is további

¹² A rendszeregyensúly fenntartásához a MAVIR szabályozási energiát vesz igénybe, vásárol piaci szereplőktől (erőművektől, kereskedőktől, fogyasztóktól), melyet kiegyenlítő energia formájában számol el a menetrendjeiktől eltérő mérlegkörökkel. A rendszer várható kiegyenlítő energia szélső értékeinek meghatározása a különböző scenáriókban megadja, hogy a MAVIR-nak hány MW tartalékot kell aktiválnia a rendszeregyensúly fenntartása érdekében.

vizsgálatokat igényel, hogy a MAVIR-nak milyen mértékű többletköltségeit (kényszerű menetrend-módosítás, többlet tartalék lekötés) lehet a felhasználókra terhelni. Mindezek alapján – a pályázati kiírás időpontjában – vélhetően nem teljesíthetők előre a MAVIR által igényelt feltételek.

III. A pályázók lehetséges köre, a befektetők érdeklődése

Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a 2005. évi mennyiségi korlát meghatározása csak kisebb mértékben korlátozta a befektetők érdeklődését a szélerőművek telepítése területén. A Hivatal 2008. év decemberében készült kimutatása szerint az addig, bármilyen formában szélerőműnek kiadott 353,4 MW (hálózatra csatlakozó, illetve nem csatlakozó kiserőművek) működési engedély mellett mintegy 1061,6 MW olyan kapacitáslétesítési kezdeményezésről volt tudomásunk, amely már valamilyen – más hatóságnál folytatott – engedélyezési fázisba eljuttatott projektet jelenthet.

A MAVIR részére 2008 decemberében készült elemzés¹³ alapján megállapítható, hogy a Hivatal által ismert projekteken felül további mintegy 941 MW szeles kapacitás igény azonosítható a MAVIR-nál lévő adatok alapján, bár ezek a projektek még nem rendelkeznek a hálózati engedélyesek által jóváhagyott csatlakozási tervvel. **A fenti számok összegeként 2008. év végén tehát mintegy 2000 MW új szélerőmű kapacitás igény azonosítható a már kiadott működési engedélyek összegzett kapacitása felett.**

A Hivatal munkatársai 2009. március 2-án egyeztettek a lehetséges projektek szempontjából preferált, de egyúttal kritikus helyzetben lévő E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. (a továbbiakban: ÉDÁSZ) szakértőivel. Ezek alapján megállapítható, hogy az ÉDÁSZ hálózatán a jelenleg engedélyezett szélerőművi projekteken felül további 370 MW-ra van megkötött és érvényes csatlakozási szerződés¹⁴, valamint további 200 MW-ra van kijelölt és műszakilag megfelelő csatlakozási pont meghatározva (ezek a projektek a szakértői egyeztetés szerint jó eséllyel akár féléves időszak alatt is befejezhetnék a csatlakozási szerződés megkötésének folyamatát). Az egyeztetés alapján megállapítható, hogy a folyamatosan változó pénzügyi és gazdasági környezet (finanszírozási források rendelkezésre állása és költsége; árfolyamváltozások; piaci energia-árak változása; szélturbina berendezések szállítási készsége, időüteme és árai; csatlakozási pontonként eltérő hálózati csatlakozási feltételek; stb.) hatására az előkészítés és megvalósítás különböző fázisában lévő projektek száma dinamikusan változik.

Az egyeztetésen az ÉDÁSZ szakértői ismertették, hogy az ÉDÁSZ hálózat egyes részein további szélerőművi kapacitást betápláló csatlakozási pontokat már nem tudnak kijelölni a feszültség minőséggel kapcsolatos előírások (európai szabvány és MEH minőségi követelmény) miatt (egyszeres hiba esetén a megengedettnél nagyobb feszültségesés keletkezne). Ez egyértelműen azt jelenti, hogy ezekben a

¹³ A magyarországi szélenergia kapacitások aktuális helyzetének és jövőbeni alakulásának elemzése (2008. december; GRID Consulting Zrt.)

¹⁴ A csatlakozási szerződések tartalmának a mindenkor hatályos villamosenergia-ellátási szabályzatok előírásainak kell megfelelnie tekintettel az azokban időközben bekövetkezett változásokra.

térségekben – villamos hálózat üzemeltetési szempontból – az elosztó hálózatra további szélerőművi projektek nem csatlakoztathatóak; azokat a MAVIR, magasabb feszültség-szintű átviteli hálózatához lehet csatlakoztatni, amennyiben annak egyéb (rendszer szabályozási, stabilitási) feltételei adottak.

Az elosztói engedélyesektől bekért információk alapján a többi területi elosztónál szerényebb szélerőművi befektetői érdeklődés azonosítható [2. táblázat], bár az ÉMÁSZ területen figyelemre méltó a mintegy 400 MW folyamatban lévő, a csatlakozás feltételeit és körülményeit tisztázó eljárás.

Engedélyes	Csatlakozási pont kijelölve, csatlakozás előkészítési eljárás folyamatban [MW]	Csatlakozási szerződés megkötve [MW]
E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.	200	370
E.ON Dél-dunántúli Áramhálózati Zrt.	120,8	99,65
E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt.	32	0
DÉMÁSZ Elosztó Kft.	80	66
ELMŰ Hálózati Kft.	50	0
ÉMÁSZ Hálózati Kft.	400	0
Mindösszesen	882,8	535,65

2. táblázat Az elosztói engedélyesek adatszolgáltatása, 2009. március

Az 2. táblázat adatai alapján az elosztói engedélyesek területén 1418,45 MW folyamatban lévő vagy szerződéssel lezárt csatlakozás előkészítési eljárásról tudunk. A MAVIR összesen 41 MW szélerőmű kapacitásra kötött csatlakozási szerződést. A fenti számokból következik, hogy a 2006-ban és az azóta megvalósításra nem engedélyezett szélerőművi engedélykérők, illetve az újabb befektetni szándékozók nem álltak le a projekt-előkészítésekkel, hiszen csak az elosztó hálózatra csatlakoztatni kívánt szélerőművek kapacitása mintegy 357,45 MW-al növekedett az elmúlt három évben.

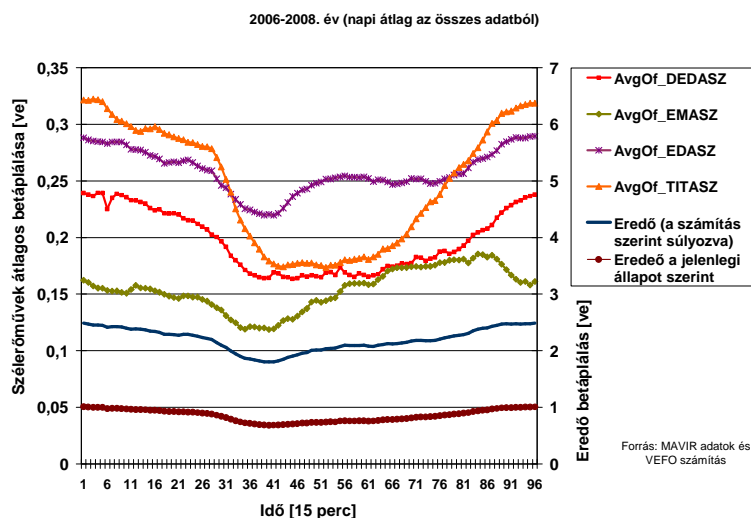
IV. A pályázatás előzetes körülményei

IV.1. A területi szempontok hatásainak elemzése

Az elosztói területeken mért tényleges szélerőművi betáplálási adatok alapján lehetőség van arra, hogy összehasonlítsuk az egyes elosztói területek kiegyenlítésének hatásait, és meghatározzuk az egyes elosztói területek szélerőművi betáplálási profiljának optimális kombinációját.

Ennek elvégzéséhez a 2006-2008. év negyedórás szélerőművi termelés-mérési eredményeket viszonylagos egységekben (ve) fejeztük ki (a viszonylagos egységeket az adott negyedórában beépített szélerőművi teljesítmény figyelembe vételével képeztük). Optimalizációs eljárást készítettünk, amely során azt vizsgáltuk, hogy az egyes területek havi bontásban elkészített napi átlagos betáplálási profiljának (egy napon az adott negyedórában meghatározható átlagos betáplálás)

milyen lineáris kombinációja adja ki a legmagasabb napi csúcskihasználási időtartamokat [1. ábra]. Tehát milyen kombináció mellett érvényesülnek leginkább az egyes területek némileg eltérő szélviszonyaiból következő, a betáplálást kiegyenlítő hatások.



1. ábra Az egyes elosztói területeken betápláló szélerőművek kiegyenlítő hatása

Időszak	DEDASZ	EMASZ	EDASZ	TITASZ
Az összes adat átlagolása (2006-2008. év)	1	32	66	1
Január	15	2	81	2
Február	54	1	44	1
Március	16	1	82	1
Április	37	30	32	1
Május	1	73	25	1
Június	11	60	17	12
Július	1	52	46	1
Augusztus	1	20	78	1
Szeptember	1	83	15	1
Október	1	39	59	1
November	11	45	43	1
December	7	1	91	1
Éves átlag	13	34	51	2

3. táblázat Az egyes elosztói területeken betápláló szélerőművek kiegyenlítő hatásának optimuma¹⁵ (az átlagos napi kihasználási óraszám maximalizálásával)

Számításaink alapján [1. ábra] visszaigazolhatóak azok a korábbi feltételezések és szakirodalmi tapasztalatok, amelyek szerint célszerű minél kiterjedtebb területeken telepíteni a szélerőműveket, mert akkor időben kiegyenlítőddhet az egyes területeken koncentrálna jelentkező szélerőművek hatása. A fentiek alapján azonban további következtetések is adódnak, hiszen a legmagasabb napi kihasználási óraszám feltételének alkalmazása pontosan a területi koncentrálttság irányába ható

¹⁵ A számításnál úgy jártunk el, hogy az egyes területek súlyszámait az optimalizálás során úgy állítottuk be, hogy az egyes elosztói területek esetén kiosztott súlyszámok összege minden esetben 100 legyen.

követelmény. Jól látható [3. táblázat], hogy az év során az egyes hónapokban igen eltérő betáplálási (szél) viszonyok jellemzőek az ország különböző területein. Ebből következik, hogy – **az új szélerőmű projektek engedélyezését és megvalósítási lehetőségét célzó – pályázati eljárás során csak úgy lehetséges a területenként időben is eltérő szélviszonyokból adódó energia-betáplálási különbségek – rendszerszabályozást segítő – kiegyenlítési, azaz a területi szempontok figyelembe vétele, ha valamilyen időszakra vonatkozó átlagos súlyszámokkal számolunk**, amely esetünkben célszerűen a 12 hónap mindegyikére kiszámított súlyszámok átlagaként vehető figyelembe.

Mivel a fenti számítás nem veszi figyelembe azt a tényt, hogy a 2006. évben kiadott engedélyek alapján megépült, illetve megépülő szélerőművek a fenti optimalizáció szempontjából fontos peremfeltételnek minősülnek, ezért a fenti számítást kiegészítettük olyan módon, hogy az egyes elosztói területeken jelenleg rendelkezésre álló teljes betáplálási profilt is figyelembe vettük [4. táblázat].

Időszak	DEDASZ	EMASZ	EDASZ	TITASZ
Az összes adat átlagolása (2006-2008. év)	1	32	66	1
Január	16	3	80	1
Február	54	1	44	1
Március	16	1	82	1
Április	36	29	34	1
Május	1	71	27	1
Június	12	60	16	12
Július	1	52	46	1
Augusztus	1	21	77	1
Szeptember	1	82	16	1
Október	1	38	60	1
November	11	46	42	1
December	7	1	91	1
Éves átlag	13	34	51	2

4. táblázat Az egyes elosztói területeken betápláló szélerőművek kiegyenlítő hatásának optimuma a jelenlegi eredő betáplálás figyelembe vételével (az átlagos napi kihasználási óraszám maximalizálásával)

Az új szélerőművi kapacitások létesítésének engedélyezése során a Hivatal célja az, hogy a megvalósuló szélerőművek üzemével a magyar szélviszonyok, a villamosenergia-rendszer szabályozhatóságának megőrzése és a fogyasztói terhek minél kisebb mértékű emelkedése mellett a lehető legtöbb megújuló energiahordozó alapú villamos energia legyen megtermelhető. Ezen célt figyelembe véve **a 3. táblázat és a 4. táblázat adatai alapján látszik, hogy az ÉDÁSZ területére adódnak a legkedvezőbb feltételek, amelyet egyébként visszaigazolnak a 2006. évi engedélyezési tapasztalatok is**. Jól látszik a 3. táblázat és a 4. táblázat adatai alapján, hogy a termelési szempontból optimális eredő profil szinte érzéketlen a két eltérő alapfeltevésre, amely arra enged következtetni, hogy az ÉDÁSZ és EMÁSZ területeken található nagyszámú befektetői kezdeményezés elsődleges oka egyértelműen a szélviszonyokban keresendő, tehát ezeken a területeken lehet a jelenlegi viszonyok mellett optimális fejlesztéseket megvalósítani.

A fenti adatok felhasználásával megvizsgáltuk az egyes elosztói területeken szélerőművekből betáplált villamos energia egy órán belüli változását. Miután az órák változás iránya pozitív és negatív is lehet, ezért mindkét irányban megvizsgáltuk az átlagos változások mértékét [Melléklet M3. ábra, M4. ábra]. Megállapítható, hogy a betáplált teljesítmények ingadozása alapján mindkét irányban **a legstabilabb az ÉDÁSZ elosztói területe**, tehát itt volt a legkisebb a változás nagysága a vizsgált időszakban. Ebből következik, hogy **amennyiben van megfelelő erősségű szél, akkor ezen a területen a legstabilabb a betáplálás, a többi vizsgált elosztói területhez képest.**

Összegezve tehát megállapítható, hogy amennyiben a cél a megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia mennyiségének maximalizálása a lehető legstabilabb szélviszonyok mellett, ugyanakkor az egyidejűségről (adott területen található szélerőművi össz kapacitások egyszerre történő kieséséből) adódó szabályozási problémák kezeléséhez szükséges többlettartalékok lekötéséből és finanszírozásából fakadó fogyasztói többletterhek minimalizálása érdekében **javasoljuk a pályázaton meghirdetésre kerülő szélerőművi kapacitás mennyiség elosztói területenkénti szétbontását.**

IV.2. A szélerőmű kapacitás rendszerbe illesztésének általános feltételrendszere, a rendszerszintű szolgáltatások helyzete

Hazánkban az aktuális napot megelőző tervezési szakaszban minden mérlegkörnek (a KÁT mérlegkör kivételével) kötelezően kiegyenlített menetrendet kell leadnia a rendszerirányító felé. A 2008. év adatainak elemzése alapján megállapítható volt, hogy a kiegyenlítő energia elszámolási rendszerében lévő nem megfelelő ösztönzés miatt a mérlegkörök alul, illetve az MVM (mint a legnagyobb kereskedelmi portfólióval rendelkező és az egyetemes szolgáltatókat is ellátó kereskedő) felültervezésre volt ösztönözve [14]. A két eltérő ösztönzés eredője rendszerszinten szinte állandó alultervezett menetrendezést eredményezett.

Ez az állapot azt jelentette, hogy az – ösztönözöttségük miatt „szándékosan alultervezett” menetrendet adó – mérlegkörök rendszerint tudták, hogy valós időben (az előzetes szándékuknak megfelelően) nem lesznek kiegyenlítettek. Mivel a rendszerirányító ezt nem tudta, ezért váratlan eseményként (rendszerint) szekunder tartalékok igénybevitelével kellett kezelni a mérlegkörök számára már előre látható egyensúlytalanságot, melyekre – kellő ösztönözöttségéből adódó, „valós” menetrendi tervezés esetén – elegendő lett volna kevesebb szekunder tartalék igénybevétele is.

Részletesebb elemzéssel kimutatható volt [14], hogy mivel a pozitív kiegyenlítő energia elszámoló ára az elszámolási időszakok túlnyomó többségében meghaladta a másnapi órák piaci árat, ezért a kereskedők alultervezésének háttérében nem arbitrázs célú műveletek álltak. A kereskedők viselkedése konzisztens az elszámoló árak szerkezetével. 10 hónap átlagában a másnapi órák piaci ár és a negatív kiegyenlítő energia ára közötti eltérés (spread) kb. háromszor nagyobbak adódott a pozitív kiegyenlítő energia ára és a piaci ár közötti spread-nél. Mivel a szufficites egyenlegek rendezésének költségei jelentősen meghaladták a deficiteseiket, a kereskedők az előrejelzési hibából eredő kockázataikat a menetrendek alultervezésével tudták olcsóbban kezelni.

A rendszer-szabályozásban fontos szerepet betöltő két erőmű hosszú távú kapacitáslekötési szerződésének felbontását követően ezek az érintett erőművi

egységek piacra „kerültek”, és ezáltal **2009. elejétől a korábbiaktól eltérő, kedvezőbb szerkezet jött létre a rendszerszintű szolgáltatások érdekében beszerzett teljesítmény és energia piacokon**, amely a mindenkori piaci viszonyoknak megfelelő szabályozási energia árak biztosítása révén nagymértékben hozzájárulhat a kiegyenlítő energia rendszer diszfunkcióinak korrigálásához.

A kiegyenlítő energia elszámolás 2009. év I. negyedévi adatainak részletesebb elemzése ugyan még nem készült el, de az már a MAVIR havi jelentéseiből is látszik, hogy a helyzet alapvetően változott, részben visszaigazolván a korábban ezzel kapcsolatban megfogalmazott feltételezéseket. **A piaci szereplők menetrend tervezési gyakorlata jelentősen megváltozott, a korábbi rendszeres alul menetrendezés megszűnt.** Ez vélhetően annak köszönhető, hogy a kiegyenlítő energia árak szimmetrikusabbá váltak a piaci árra. Ez elvi megfontolások alapján azt is jelenti, hogy a rendszerirányítónak a felszabályozási igények csökkenésével párhuzamosan a leszabályozási igények növekedésével kell számolnia.

A gyakorlati tapasztalatok ezt a feltételezést is visszaigazolták, hiszen 2009. január óta jelentősen megnövekedett a leszabályozási igény, amelynek a teljesítése igen komoly nehézségeket jelent a rendszerirányító számára. Ennek elsődleges oka az, hogy az elmélyülő gazdasági válság érezhetően csökkenti a villamosenergia-igényeket, amely gazdaságtalanná teszi az egyébként szabályozásra képes blokkok működését [Melléklet M12. ábra]. Ezért fordulhatott az elő, hogy januárban a rendszerirányító által igénybe vehető napi szekunder tartalék ajánlatok mértéke felfelé szabályozási igény esetén az időszak 3,4%-ában, lefelé azonban **88,2%-ában nem volt elégséges, sőt gyakran 0 MW volt.** A helyzet februárban és márciusban kismértékben kedvező irányban mozdult el, de érdemben azóta sem változott a helyzet. Ezzel párhuzamosan, mint a rossz szabályozási helyzet indikátoraként a paksi atomerőmű visszaterheléseinek száma és mennyisége is növekedett [Melléklet M11. ábra].

A fentiek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a piaci szereplők viselkedése konzisztens, a kiegyenlítő energia elszámoló árak mindenkori szerkezete befolyásolja őket a döntéseikben. Ebből következik, hogy a kiegyenlítő energia elszámolási rendszere által biztosított ösztönzéseknek önmagukban kell biztosítaniuk azt, hogy a piaci szereplők megfelelő menetrend tervezési gyakorlatot folytassanak. Ettől tehát nem függhet a villamosenergia-rendszerbe integrálható szélerőművek mennyisége¹⁶.

A gazdasági válság időszakában csökkenő fogyasztói igények és az ennek okán jelentkező leszabályozási nehézségek felerősítik a III.2. fejezetben bemutatott feltételek teljesítésének fontosságát!

¹⁶ Ez természetes azt jelenti, hogy a rendszerirányító felelőssége fokozott, hiszen a napi forrástervezés adott esetben azzal találhatja szemben magát, hogy a nem megfelelő kiegyenlítő energia elszámolási szabályok és a szélerőművek kedvezőtlen hatásai egymást is erősítve nagyon nehezen kezelhető helyzeteket eredményeznek.

IV.3. Áttekintés a szélerőművek rendszerszintű hatásainak nemzetközi szakirodalmáról és annak Magyarországon releváns tapasztalatairól

A szélenergia növekvő felhasználása minden országban jelentősen meggyorsította a rendszerszintű hatások elemzését. Számos megközelítés és tárgyalási mód lehetséges, de ezek egyik közös jellemzője, hogy igyekeznek valamilyen módon számszerűsíteni a lehetséges hatásokat. Tehát rendszerint tartalék típusonként elemzik a hatásokat, és bemutatják a szélerőművek beépített teljesítménye és a szükséges többlet tartalékok közötti – piaci körülményektől is jelentősen függő – összefüggéseket [Melléklet M10. ábra], [3], [5], [12], [10], [4], [7], [9], [2], [13]. Feltűnő, hogy a szakirodalomban a szélerőművek rendszerszintű hatásainak elemzése során a szerzők a legsúlyosabb nehézségként legtöbbször a hálózatok szűk keresztmetszeteit jelölik meg. A szakirodalmi adatok alapján a tartalék kapacitások hiánya nem tekinthető kezelhetetlen problémának, ezért a szélerőművek hatásainak elemzésénél általában úgy járnak el, hogy a szélerőművek beépített teljesítményétől függő módon meghatározzák a többlet tartalék lekötési és igénybevételi költségeket, amelyek rendszerint úgy alakulnak, hogy egy bizonyos beépített teljesítmény felett már kisebb költségnövekedés azonosítható [Melléklet M10. ábra].

A magyar szabályozás további alakítása szempontjából kiemelt jelentősége van azon dán kutatásoknak [13] is, amelyben óras adatok elemzése alapján megállapítják, hogy a dán villamosenergia-rendszerekbe csak úgy lehet sikeresen integrálni a nagy mennyiségű, szélerőműben megtermelt villamos energiát, ha a jelenleg támogatott kapcsolt hő- és villamosenergia-termelőket (CHP) is bevonják a rendszerszintű szolgáltatások biztosításába. Azaz amennyiben a CHP termelők nem vagy nem kizárólag a kötelező átvétel rendszerben értékesítenek, hanem hőtárolók beépítésével teszik rugalmassá az üzemüket, akkor ez lehetővé teszi több szélerőmű rendszerbe állítását (ez a vizsgálati eredmény alátámasztja a III.2. fejezetben meghatározott b) és e) feltételeket). E mellett a szerző azt is megfogalmazza, hogy a hőszivattyúk alkalmazása is jótékony hatással lehet a rendszerek szabályozására¹⁷.

IV.4. Kereskedelmi tapasztalatok a magyar villamosenergia-rendszerben, a szélerőművek hatása a KÁT mérlegkörre

A szélerőművekben termelt villamos energia átvétele a hatályos jogszabályok alapján a kötelező átvétel keretében, a KÁT mérlegkörben történik. A Hivatal korábbi – nemzetközi tapasztalatokat is figyelembe vevő – vizsgálatai¹⁸ során megállapította, hogy jelenleg nincsenek meg a zöldbizonyítvány rendszer bevezetéséhez és megfelelő működéséhez szükséges feltételek. A jelenlegi szabályozási környezet (mezőgazdasági stratégia, NÉS, megújuló stratégia stb.) a kötelező átvételre építkezik, valamint az új megújuló irányelvben¹⁹ szereplő célszám is a kötelező átvételre alapozva került megállapításra. A támogatási rendszerben bekövetkező

¹⁷ A cikkben közölt számításokat 350 MW kapacitás igényű hőszivattyú figyelembe vételével végezték el.

¹⁸ A Hivatal vizsgálati jelentése a Kormánynak a forgalmazható zöldbizonyítvány rendszer bevezetésének lehetőségeiről, 2008. július

¹⁹ A megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló 2009/28/EK irányelv.

esetleges jelentős változás ezért veszélyeztetheti hazánk vállalásait és az EU források lehívását.

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a jelenlegi rendszer megfelelő hatékonyságú, illetve minden tekintetben megfelel az EU által támasztott igényeknek, de jellegét tekintve mindenképpen hosszabb távú megtartása indokolt.

A KÁT mérlegkörrel, mint a kötelező átvételi rendszer egyik, több országban alkalmazott megoldásával hosszabb távon is érdemes számolni. Ezért különös jelentősége van, hogy a szélerőművek milyen hatást gyakorolnak a KÁT mérlegkör napi működésére és annak tervezhetőségére. Amennyiben a KÁT mérlegkör működése, annak előző napi és havi bizonytalan tervezhetősége jelentős mértékben igénybe veszi a MAVIR tartalék kapacitásait, akkor ez a tény önmagában is súlyos korlátot jelent a szélerőművek rendszerbe illeszthetőségével összefüggésben²⁰.

2008. első félévének KÁT mérlegköri adatait elemezve [2. ábra] látható, hogy a szélerőművek jelenlegi előrejelzési képessége erősen korlátozott²¹. Ennek legalább három alapvetően különböző oka lehet:

- a) A szélerőművek rendelkezésére álló, meteorológiai előrejelzési adatok (az adatok forrásaitól függetlenül) az energiatermelés becslésére nem vagy csak korlátozott mértékben használhatóak, valamint a meteorológiai szolgálatoknál jelenleg rendelkezésére álló technikai képességek nem is adnak lehetőséget arra, hogy pontosabb előrejelzéseket adjanak a rendszerirányítónak.
- b) A KÁT mérlegkör működési feltételei (pl. menetrend módosítási lehetőség hiánya, illetve bizonyos esetekben annak korlátai²²) önmagukban gátolják az egyébként meglévő technikai lehetőségek kihasználását.

²⁰ A MAVIR jelenleg is vizsgálja a KÁT mérlegkör működésének hatásait. A vizsgálat a jelen elemzés elkészítéséig még nem készült el.

²¹ 2008. első félévének adatai alapján megállapítható, hogy a KÁT mérlegkör napi hiányaiban/többleteiben általában már akkor is átlagosan 21%-os súllyal szerepelt a szélerőművek betáplálása.

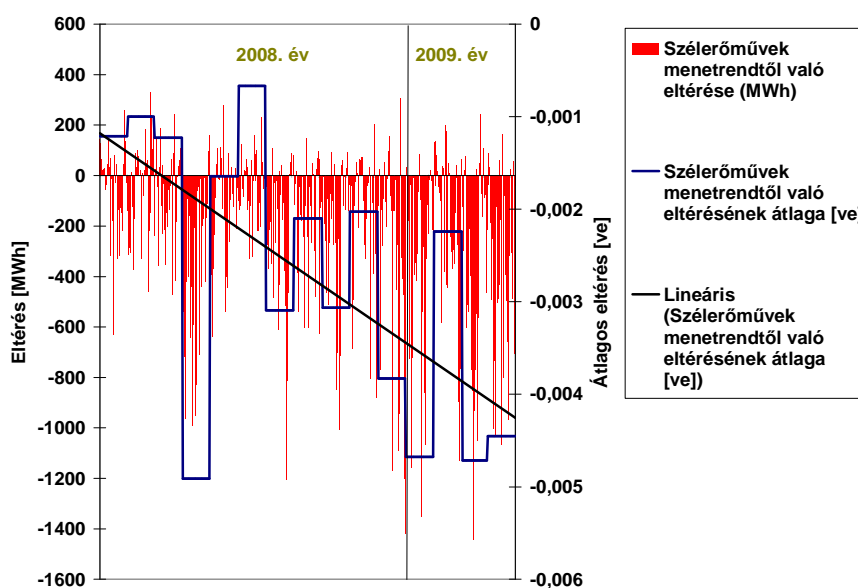
²² A Kereskedelmi Szabályzat alapján a napon belüli menetrend módosítás – főszabályként – a módosításban érintett elszámolási mérési időintervallum kezdete előtt legalább 1 órával és 5 MW-ot elérő vagy azt meghaladó módosítási kérelem esetén lehetséges. A Kereskedelmi Szabályzat egyik folyamatban lévő módosítása ezen 5 MW-os korlát eltörlése,

Tekintettel arra, hogy a fenti szabályok a KÁT mérlegkör esetén nem alkalmazhatóak, a Hivatal a 781/2008. számú határozatában kötelezte a MAVIR-t, hogy „2008. október 31-ig tegyen javaslatot a Kereskedelmi Szabályzat IV./3.4. pontjának olyan tartalmú módosítására, amely a KÁT termelők számára is lehetővé teszi menetrendjük napon belüli módosítását (következő napi menetrend módosítása bejelentési napon, bejelentési napot követő munkaszüneti nap(ok) menetrendjének módosítása, napi menetrend módosítása az üzleti napon)”, továbbá arra, hogy „2008. október 31-ig készítsen elemzést a Hivatal számára a fentiek megvalósításhoz szükséges feltételekről”.

A MAVIR 2008. október 30-án érkezett levelében tájékoztatta a Hivatalt, hogy vizsgálat folyik az üzleti napon történő menetrendadás kérdéskörének vizsgálatáról (MAVIR Intraday Piaci Konceptió kidolgozása). A vizsgálat részeredményeképpen meghatározásra kerültek a technikai környezet fejlesztési irányai. A napon belüli menetrendadás biztosításához szükséges technikai fejlesztések a műszaki specifikáció szintjén elkezdődtek. Ezek befejezésével – a tanulmányban vázolt szabályozási környezet kialakításával – legkorábban a 2009. év második felében lehetséges az üzleti napon történő menetrend módosítás a KÁT mérlegkörben.

A tanulmány azonban a tőzsde bevezetésétől teszi függővé a napon belüli menetrend módosítás lehetőségét, amely a KÁT mérlegkör vonatkozásában irreleváns. Ezen túlmenően a tanulmány

- c) A jelenlegi (különösen a vonatkozó rendelet²³ 2008. novemberi módosítása után) szabályrendszer összességében nem eredményez olyan pénzügyi kényszert, amely alapján a szélerőművi engedélyesek a menetrendadás pontosítására lennének ösztönözve. Az a korábbi jogalkotói elképzelés, amely szerint a szabályozási pótdíj megfizetése kellő ösztönzést ad a szélerőművi befektetőknek/üzemeltetőknek az összefogásra és a meteorológiai előrejelzés további pontosításának finanszírozására, nem igazolódott. A 2. ábra alapján látható, hogy a 2008. évi rendeletmódosítás (a módosult jogalkotói elképzelések után) rontott a tervezés átlagos pontosságán, azaz a jogszabály módosítása kifejezetten hátrányos volt a tervezhetőség szempontjából.



2. ábra Szélerőművek eltérése a menetrendtől

Az elmúlt időszak működési tapasztalatai egyértelműen azt mutatják, hogy a szélerőművek egy napos termelési előrejelzésének erőművenkénti megkövetelése és ennek a szabályrendszernek a finomítása rendszerszinten különösebb eredményekhez nem vezetett. Az engedélyesek ugyan reagálnak az ösztönzés erősségére, de annak finomítása a jelenlegi jogszabályi keretek között nem képzelhető el, hiszen egy kormányrendelet rendszeres módosítására nincs lehetőség, amivel az optimális ösztönzés beállítása elérhető lenne.

A jogszabály által biztosított pénzügyi „kényszer” (különösen a 2008. novemberi könnyítés után) nem ad megfelelő ösztönzést arra, hogy a szélerőművek külön-külön

szövege alapján ez továbbra is a mérlegkör-felelős feladata lenne (illetve a tőzsdéé), aki a KÁT mérlegkör esetén a MAVIR, így továbbra sem a KÁT termelők élhetnének ezzel a lehetőséggel.

Azonban technikai jellegű akadályok elhárítása esetén a 109/2007. (XII. 23.) GKM rendelet előírásaira figyelemmel napon belüli menetrend-módosításra továbbra sincs lehetőségük a KÁT mérlegkörben értékesítő termelőknek, ahhoz a hivatkozott jogszabály módosítása is szükséges.

²³ A megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról szóló 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet

vagy együtt határozott lépést tegyenek a termelési becslések pontosabbá tétele érdekében. A piaci információk alapján ennek továbbra is kevés az esélye, különösen akkor, ha azok a nemzetközi háttérrel rendelkező befektetők, akik saját globális időjárás előrejelző és termelésbecslő rendszerekkel dolgoznak, nem osztják meg ezen adataikat a hazai befektetőkkel.

A nemzetközi háttérrel nem rendelkező tulajdonosok az Országos Meteorológia Szolgálat (a továbbiakban: OMSZ) előrejelzéseire tudnak támaszkodni. Ezek az előrejelzések azonban nem kifejezetten energetikai célú fejlesztések eredményeként készülnek, hanem általános célú numerikus időjárás előrejelző eszközök járulékos eredményei²⁴. Így az OMSZ az ALADIN modell²⁵ 10 m-es magasságra számított adatainak segítségével készíti a szélerősség előrejelzését.

Az OMSZ ugyan folyamatosan elemzi az előrejelzések pontosságát és vizsgálja azok pontosításának a lehetőségét²⁶, de az elmúlt évek tapasztalatai alapján megállapítható, hogy **ez idáig az OMSZ rendelkezésére álló pénzügyi keretek nem tették lehetővé az energetikai célú szélelőrejelzés megfelelő kialakítását.**

Az egyedi szélesebesség előrejelzések alapján készített menetrendek összegzése csak erősen korlátozottan eredményez jól felhasználható termelési prognózist. Hasonló a helyzet a központi termelésbecsléssel is, mert a jelenlegi alapadatok és adat feltöltöttség mellett a TerBeWind szoftver érdemben nem tudja segíteni a MAVIR forrás-előkészítő tevékenységét.

Ezért a szélerőművek integrálásával összefüggésben kulcskérdés, hogy sikerül-e olyan országos termelésbecslő rendszert kiépíteni, amely összegzett termelési becslést képes készíteni a MAVIR számára. Álláspontunk szerint az ehhez szükséges forrásokat nem kizárólag az energia-piac szereplőinek hozzájárulásai alapján kell biztosítani. Mivel energiapolitikai cél a megújuló energiaforrások mind magasabb arányú integrálása, és ennek érdekében az állam támogatási rendszert is működtet, ezért – az Európai Unió más tagállamai gyakorlatának figyelembe vételével – nem kerülhető meg az előrejelzés pontosítása érdekében az állami

²⁴ Az utóbbi években számos nagyjelentőségű kutatási projektet koordinált az OMSZ (Szél és napenergia Magyarországon [NKFP-3A/0038/2002], Magyarország éghajlatának dinamikai vizsgálata, és a numerikus modelleken alapuló regionális klíma-előrejelzések módszertanának megalapozása [NKFP-3A/082/2004], Kockázatbecslés és gazdasági tervezés valószínűségi időjárás előrejelzések felhasználásával [NKFP-3A/051/2004]), de ezen projektek csak erősen korlátozott mértékben foglalkoztak az energetikai célú előrejelzésekkel. Így az NKFP-3A/051/2004 számú projekt keretében a MAVIR-ral együttműködésben elkészült a TerBeWind szoftver. Ez a szoftver azonban, minden jó tulajdonsága ellenére, jelenlegi formájában inkább egy tanulmány programra hasonlít, mint sem egy, a nemzetközi gyakorlatból ismert professzionális hibrid (neurális hálózatokkal, statisztikai adatokkal, tény mérési eredményekkel és numerikus időjárás előrejelző szoftverek adataival működő) termelésbecslő szoftverre. A nemzetközi gyakorlatból ismert együttműködéseknek (például a ANEMOS, WILMAR, vagy a kasseli egyetem (Institut für Solare Energieversorgungstechnik)) projektjeinek nem részese a MAVIR.

²⁵ Az ALADIN modell az OMSZ egyik legfontosabb nemzetközi együttműködése a korlátos tartományú numerikus modellezés területén.

²⁶ Az előrejelzési technikák finomítását az nehezíti, hogy a szélerőmű pillanatnyi teljesítménye a szélesebesség harmadik hatványával arányos, tehát egy földrajzi pont meteorológiai szempontból megfelelő pontosságú előrejelzése (ALADIN és MM5 modellek alkalmazása) energetikai célra nem megfelelő, hiszen a szélesebesség minimális megváltozása is komoly teljesítményingadozást eredményezhet, illetve az előrejelzés szempontjából kulcskérdés, hogy az milyen időtávra készül.

szerepvállalás valamilyen EU forrást is felhasználó kutatás-fejlesztési pályázaton keresztül. Egy jól működő központi termelésbecslő szoftver ugyanis szükségtelenné teszi az egyedi erőműves menetrendek feldolgozását, és a lehető legnagyobb biztonságot adja a jelentős mennyiségű szélerőműből származó termelés integrálására [15], [3], [5].

V. Összefoglaló javaslatok

A fentiek alapján megállapítható, hogy az eddig üzembe helyezett szélerőművek műszaki tapasztalatai alapján lehetőség van a szélerőművek villamosenergia-rendszerhez illesztésének részletes vizsgálatára. A részletes vizsgálatok alapján lehetőség van további szélerőművi kapacitások villamosenergia-rendszerbe integrálására, azonban ez nem jelenti, hogy a magyar villamosenergia-rendszer technikai adottságai korlátlan lehetőséget biztosítanak új szélerőművek rendszerbe illesztésénél. **Ezért a jelenleg azonosított és a befektetők által előkészített szélerőművi projektek maradéktalan megvalósítására a Hivatal középtávon sem lát lehetőséget [III. fejezet]. Ez azonban nem zárja ki azt, hogy a szélerőművek beépített teljesítményének növelése ezen elemzés alapján kiírandó, új szeles kapacitásokra vonatkozó tender eljárást követően – a rendszerszabályozási feltételek javulásával – tovább folytatódjon.**

Vizsgálataink azt mutatták, hogy jelenleg a szeles kapacitás-korlátot nem az országban meglévő, szabályozásra technikailag alkalmas erőművi kapacitások adják, hanem ezen többlet tartalékok lekötése, igénybevétele miatt jelentkező jelentős fogyasztói többletteleher. Ez a lekötendő és igénybeveendő tartalék-kapacitás igény többlet nem jelentkezik az új szeles kapacitások első mintegy 200-240 MW-jának rendszerbe állításáig, ezt meghaladóan azonban igen. 410 MW új szélerőművi kapacitás beépítése számításaink szerint a jelenleg MAVIR által lekötött kapacitáshoz képest kb. 140-180 MW többlet szekunder tartalék lekötését igényli, amely a rendszerszintű szolgáltatások költségeit – a megnövekedő kapacitás-lekötési díj, szabályozási energia költség és kiegyenlítési költség miatt – mintegy 25-35 Mrd Ft-tal növeli évente mai áron.

A szabályozási nehézségek, az egyidejűleg kieső új szélerőművi kapacitás csökkentése – és ezáltal a többlet tartalék-kapacitás igény mérséklése – érdekében a meghirdetendő szélerőművi kapacitás mennyiség elosztói területenként való megosztása szükséges.

Számításaink igazolták azokat a feltételezéseket, amelyek szerint a szélerőművek kevésbé koncentrált telepítése jótékony hatással van a szélerőművek kiegyenlítettbb eredő betáplálására. Ezzel szemben azonban megállapítható, hogy amennyiben a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése (azonos szélerőművi teljesítményből több termelt villamos energia mennyiség) érdekében célul tűzzük ki a lehető legmagasabb kihasználási óraszámú és az egy órán belül legkevésbé változó szélerőművi betáplálás megvalósítását, akkor olyan forrásösszetételt szükséges biztosítani, amelyben nagy súllyal szerepelnek az ÉDÁSZ és az ÉMÁSZ elosztói területei [IV.1 fejezet]. Ezek alapján a Hivatal a meghirdetendő szélerőművi kapacitás elosztói területenkénti megbontásának megállapításakor olyan arányban osztja meg az ÉDÁSZ és ÉMÁSZ területére együttesen, illetve a DÉMÁSZ, az ELMŰ és a TITÁSZ területére együttesen, amely

megfelel a folyamatban lévő előkészítési eljárások alapján ezen összevont területeken mutatkozó igények arányának, vagyis az előbbire a meghirdetendő szélerőművi kapacitás 68,3%-át, míg az utóbbira annak 31,7%-át hirdeti meg.

A nemzetközi és a hazai piacszabályozási tapasztalatok alapján megállapítottuk, hogy a villamosenergia-piac szereplőinek viselkedése racionális, azaz a kiegyenlítő energia mindenkor elszámoló árait is figyelembe véve tervezik menetrendjeiket. Ebből következik, hogy **a piaci menetrendezés pontossága önmagában szabályozandó kérdés, amely nem befolyásolhatja a villamosenergia-rendszerbe illeszthető szélerőművek mennyiségét.** A piaci menetrendek tervezésének ösztönzési viszonyai a Kereskedelmi Szabályzat keretei között változtathatóak [IV.2. fejezet]. Természetesen egy nem hatékony szabályozás súlyosan rontja a MAVIR szabályozási lehetőségeit, de ez – jogszabály-módosítás nélkül – szabályzat módosítás útján kezelhető probléma.

A további szélerőmű kapacitások rendszerbe illesztése érdekében kulcsfontosságú, hogy a villamosenergia-rendszer technikai lehetőségei megfelelően kerüljenek kihasználásra. Ennek érdekében – a MAVIR által felvetettek alapján – a Hivatal fontosnak tartja a következőket:

- a) **A szélerőművek rendszerirányító általi korlátozása technikai feltételrendszerének kiépítését.** Ennek a rendszernek a megtervezése és az egész országra kiterjedő kiépítése, valamint a megfelelő üzemi próbák megvalósítása legalább 8 hónapra becsülhető. Álláspontunk szerint a hatályos jogszabályok és ellátási szabályzatok alapján megvalósítható a MAVIR irányítása, szervezése és aktív közreműködése mellett.
- b) **A KÁT mérlegkörben elszámoló erőművek szabályozási képességeinek kihasználása.** Véleményünk szerint a KÁT mérlegkörben elszámoló erőművek között túlzó részarányt képviselnek a fosszilis tüzelőanyagú kapcsolt hő- és villamosenergia-termelők, ami – a fogyasztók jelentős többlet terhe nélkül – nem teszi lehetővé a megújuló termelés növelését. Ezért – álláspontunk szerint – szükség van a kötelező átvételi, támogatási rendszer felülvizsgálatára és jelentős átalakítására a megújuló technológiák támogatása érdekében. Vélhetően a támogatási rendszer átalakítását követően lesz lehetőség a KÁT mérlegkörben elszámoló erőművek szabályozási képességeinek növelését „kikényszerítő” ösztönzők és/vagy előírások kialakítására.²⁷
- c) **A KÁT mérlegkör működésének felülvizsgálata,** amelyet a Hivatal határozata 2009. közepére írt elő befejezni.
- d) **Az erőművek hálózati csatlakozási feltételeinek újragondolása.** Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az ellátásbiztonság fenntartása érdekében különösen fontosnak tartjuk a nagyobb egységteljesítményű erőművi gépegységek megfelelő szabályozási képességeinek előírását. Ezért mindenképpen szükséges az ehhez kapcsolódó ellátási szabályzatokban rögzített feltételrendszernek a nemzetközi példák alapján történő elemzése és

²⁷ Ennek első lépésének tekinthető a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 2009. évi módosítása, amely a KÁT termelők egy részénél a kötelező átvétel időtartamának meghosszabbítása feltételül szabja a szabályozási képességet [171. § (5)].

újrarendelése. Ezen a téren alapos, megfontolt előkészítő munkát várunk a MAVIR-tól.

- e) **A fogyasztó oldali befolyásolás lehetőségeinek aktív alkalmazása.** Ebben a kérdéskörben az elmúlt év folyamán volt kis előrelépés, de nem elegendő mértékű és hatású. Az egész világon terjedő smart grid koncepció és térségünk kapacitás helyzete igényli a fogyasztók jelenleginél jóval nagyobb mértékű bekapcsolását a rendszerszabályozásba (megfelelő ösztönzésükkel).

Fontosnak tartjuk, hogy a MAVIR kidolgozzon egy olyan – minél egyszerűbb – ösztönzési rendszert, amely az újra-teherelosztásnak, mint az üzemelő-készítés időszakában a rendszerszabályozást segítő eszköznek a megfontolt és a szabályozási költségek minimalizációját elősegítő alkalmazását teszi lehetővé.

Az előzőekben ismertetett szakértői elemzések összefoglalásaként – a különféle szabályozási szempontokból – az alábbi korlátok, ill. lehetőségek merültek fel új szélerőművi kapacitások üzembe helyezésére. A szakértői ajánlások a legkisebb lehetőséget adó szempontot javasolják figyelembe venni a kapacitáskorlát meghatározásánál.

Tanulmány / elemzés	Szempontok			
	Fel-irányú szabályozás	Le-irányú szabályozás	Kiegyenlítő energia	Gradiens
INESCOPORTO	140 MW	-	-	-
MAVIR	410 MW	120 MW	370 MW	410 MW

5. táblázat Új szélerőművek mennyisége különféle szempontok alapján

Tekintettel arra, hogy a leszabályozási és kiegyenlítő energia igényekkel kapcsolatos problémák kérdéskörét jogi szabályozási oldalról is kezelendőnek tekintjük, ezért a Hivatal nagyobb súllyal veszi figyelembe a felszabályozási és a gradiens korlátot.

Noha a vonatkozó rendeletben²⁸ meghatározott pályázói nyilatkozat lehetővé teszi a szélerőmű termelésének korlátozását²⁹, ez azonban nem alkalmas a szabályozási problémák kezelésére – legfeljebb szélsőséges esetekben, a kiegyenlítő szabályozás támogatására, ellehetetlenülésének megelőzésére – tekintettel arra, hogy ez részben nem tudja folyamatában lekövetni a rendszer szabályozási

²⁸ A szélerőmű kapacitás létesítésére irányuló pályázati kiírás feltételeiről, a pályázat minimális tartalmi követelményeiről, valamint a pályázati eljárás szabályairól szóló 33/2009. (VI. 30.) KHEM rendelet 8. § (2) bekezdés b) pontja

²⁹ A rendeletben foglaltak teljesülése érdekében szükséges a szélerőművek MAVIR általi kikapcsolhatóságának műszaki- és jogi feltételeit, eljárásrendjét előre rögzíteni. Az ebből fakadó üzemi következményeket (termelés kiesés) a Hivatal figyelembe veszi a kötelező átvétel időtartamának meghatározásakor (akár utólagosan, korrigált megtérülés számítás alapján).

sebességét (gradienst), részben fel-irányú gradiens-hiányos állapot fennállása esetén azt tovább fokozza.

A felvetett szabályozási problémák egy része tekintetében már a következő évben javulások várhatók az alábbi változások miatt:

- az üzemzavari gázturbinák eddig fennálló, igénybevételi technikai korlátja megszűnt, így azok akár 24 órán keresztül is igénybe vehetők,
- kellő mennyiségű le-irányú szabályozási tartalék lekötése érdekében a 2010. évi tenderen a MAVIR a le-irányú szabályozásért kapacitás díjat kíván fizetni,
- az arra alkalmas KÁT termelők számára a Kereskedelmi Szabályzat módosítása következtében egyértelműen kötelezővé válik a szabályozásban való részvétel (ennek alapjait a jogszabályok biztosítják),
- a KÁT termelők jelentős része ösztönözve lett a szabályozási képesség 2011. december 31-ig történő kiépítésére³⁰, amennyiben a kötelező igénybevétel időtartamát meghosszabbítani kívánják.

A rendszer szabályozhatóságának megőrzése érdekében a Hivatal a MAVIR tanulmányban meghatározott, már szabályozási problémát jelentő scenárióknál (1000-1500 MW) alacsonyabban kívánja a szélerőművi kapacitás mennyiséget meghatározni. Tekintettel arra, hogy az eddigiek alapján az engedélyezés és a szélerőművek kereskedelmi üzembe helyezése között jelentős idő telik el (a 2006-ban engedélyezett, 330 MW-nyi szélerőművi kapacitásból eddig alig több mint 50%-át helyezték üzembe), úgy véljük, hogy a szélerőművek rendszerbe illesztéséhez szükséges szabályozási környezet biztosításához kellő idő áll a rendelkezésre. A széltender rendelet³¹ ezt az időtartamot behatárolja, mivel a belépő új, illetve a bővítendő kapacitások vonatkozásában 35, illetve 33 hónapban határozza meg az eredményhirdetést, illetve kiserőművi összevont engedély megszerzését követően a használatbavételi engedély megszerzésének végső időpontját – amelyek elmulasztása a jogosultság elvesztésével jár –, így várhatóan a szélerőművi kapacitások üzembe helyezésére 2011. és 2012. év folyamán kerül főként sor.

A fentiek alapján a pályázaton meghirdetendő kapacitás érték meghatározásakor, annak maximalizálása érdekében a Hivatal a tanulmányban szereplő, még számottevőbb tartalékhiány mérték növekedést nem eredményező scenáriót (740 MW = 330+410 MW) vette figyelembe.

A Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium 2009. július 23-án kelt levelében felhívta a Hivatal figyelmét „a magyar energiapolitika célkitűzéseire, különösen az Európai Parlament és a Tanács megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről szóló 2009/30/EK irányelve szerint megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére vonatkozó 2008-2020 közötti stratégiában (a továbbiakban: Stratégia) a szélenergiára vonatkozó

³⁰ a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 171. § (5)-(6) bekezdései

³¹ A szélerőmű kapacitás létesítésére irányuló pályázati kiírás feltételeiről, a pályázat minimális tartalmi követelményeiről, valamint a pályázati eljárás szabályairól szóló 33/2009. (VI. 30.) KHEM rendelet

követelmények teljesülésének elősegítése érdekében a jelenlegi állapotokra és a jövőbeli fejlesztésekre is tekintettel”. A KHEM javasolta megvizsgálni annak lehetőségét, hogy a fentiekre tekintettel a Stratégiában szereplő Policy scenárió által 2020-ra előírt összesen 920 MW beépülő szélenergia teljesítmény mielőbbi elérése érdekében a 2009. évben meghirdetendő pályázati kiírás legalább 400-450 MW kapacitásra vonatkozzon.

Mindezek alapján a Hivatal a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény 7. § (2) bekezdése és 8. §-a alapján, a 159. § q) pontjában meghatározott hatáskörében eljárva – figyelemmel a szélerőmű kapacitás létesítésére irányuló pályázati kiírás feltételeiről, a pályázat minimális tartalmi követelményeiről, valamint a pályázati eljárás szabályairól szóló 33/2009. (VI. 30.) KHEM rendelet 5. §-ában és 21. § (2) bekezdésében szabályozottakra – a szélerőmű kapacitás létesítésére irányuló pályázati kiírás során **a 2009. évben meghirdetendő pályázaton kiosztható további szélerőmű kapacitás össz mennyiségét 410 MW-ban határozza meg, amelyből 280 MW az ÉDÁSZ és az ÉMÁSZ területére együttesen, míg a fennmaradó 130 MW a DÉMÁSZ, az ELMŰ és a TITÁSZ együttes területére vonatkozóan kerül meghirdetésre.**

A 2009-ben meghirdetésre kerülő pályázati kiírásban ezen kapacitás mennyiség kerülhet szétosztásra a vonatkozó rendelet szabályrendszere alapján. Ezen mennyiség országos szintű, illetve ezt meghaladó teljesítményű kiírása esetén a többlettartalékok lekötése, valamint szabályozási problémák kiküszöbölését célzó, a szükséges mennyiségű és minőségű tartalékok biztosítását szolgáló újra-teherelosztás költségei a rendszerhasználati díjak jelentős növelési kényszerét eredményezik, amely többletteherként jelentkezne a fogyasztóknál.

A Hivatal azonban felhívja a figyelmet, hogy ilyen mennyiségű szélerőmű kapacitás rendszerbe integrálása a területi megosztottság figyelembe vétele nélkül a jövőben jelentős mértékben megváltoztathatja a villamosenergia-rendszer üzemviteli viszonyait, amely szükségképpen – többek között az ebből fakadó többletköltségek tekintetében – minden piaci szereplőt érinthet a rendszerszintű szolgáltatások költségeinek szigorú hivatali kontrollja mellett. A számítások során alkalmazott modellek nem képesek teljes egészében szimulálni a szélerőművek villamosenergia-rendszerre gyakorolt valós hatásait, ezért elképzelhető, hogy a fenti feltételek mellett további intézkedések (pl. új belépő erőművek számára jelenleginél rugalmasabb szabályozási képesség előírása) bevezetése válhat szükségessé a szabályozási képesség megőrzése érdekében.

Mindezek mellett a Hivatal az elemzését minden évben el fogja végezni és amennyiben a fenti feltételek ismételt értékelése alapján további kapacitások rendszerbe illesztése is lehetővé válhat, akkor a vonatkozó jogszabályokkal összhangban kezdeményezni fogja új pályázat kiírását.

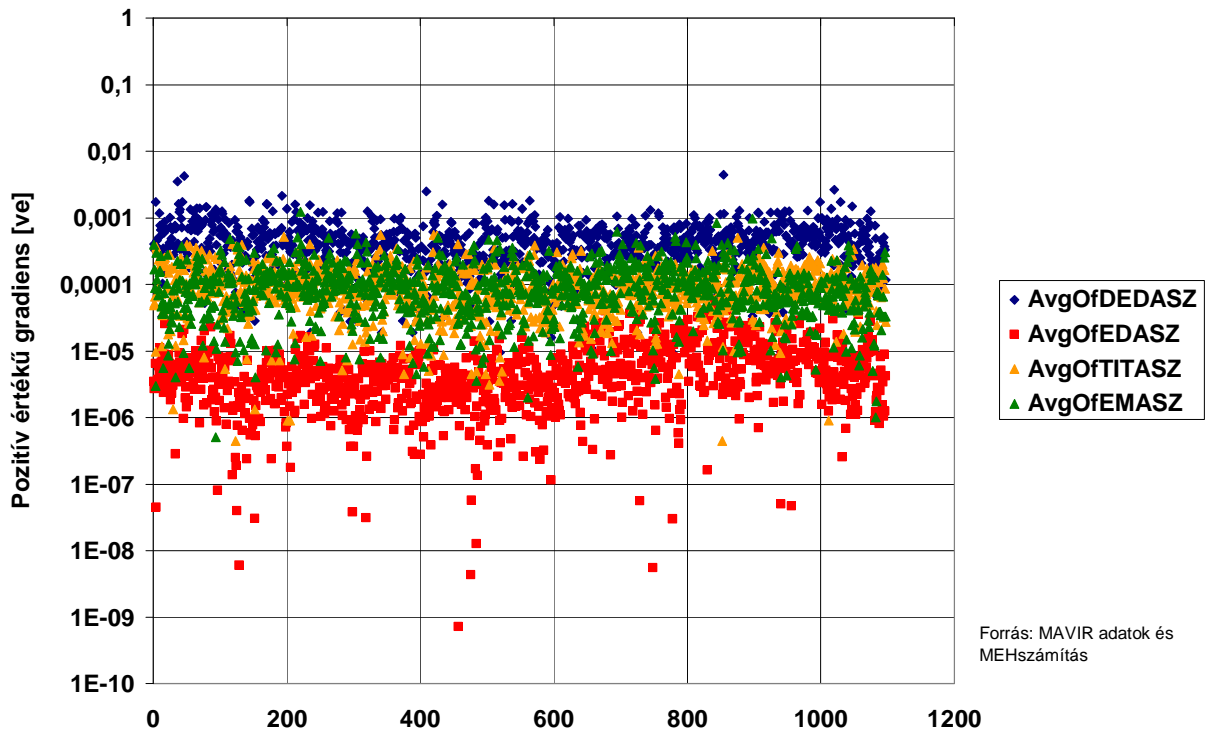
Tekintettel arra, hogy az ország megújuló energiák felhasználásával kapcsolatos kötelezettségvállalása alapján mind az energetikai kormányzat, mind a Hivatal fontosnak tartja az új szélerőmű kapacitások villamosenergia-rendszerbe illesztését, ezért **a Hivatal haladéktalanul kezdeményezi, hogy EU források felhasználásával kezdődjön meg a MAVIR-ban egy új szélerőmű termelésbecslő rendszer kiépítése**, amely a nemzetközi tapasztalatok felhasználásával hatékonyan tudná támogatni a forrás-előkészítési tevékenységet.

VI. Irodalomjegyzék

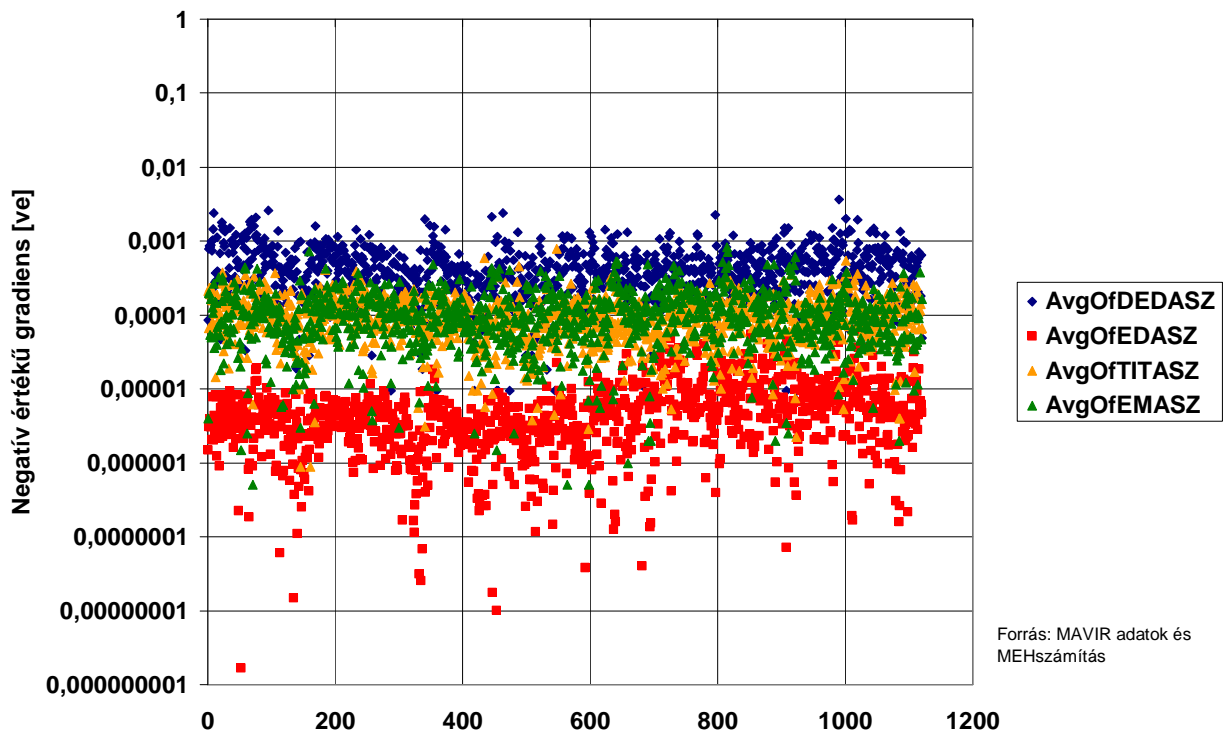
- [1] A szélerőművi kapacitásbővítés lehetőségei és feltételei a magyar villamosenergia-rendszerben, MAVIR tanulmány, V1.31, 2008. október 29. www.mavir.hu
- [2] Brand H, Barth R, Weber Ch, Meibom P, Swider J: Extension of Wind Power – Effects on Markets and Costs of Integration, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung, 2004, Vienna
- [3] Dudurych I. M: The Control of Power System with a High Wind Power Penetration, Power Tech, 2007 IEEE Lausanne, 1-5 July 2007, pp528 – 531
- [4] Holttinen H: Estimating the impacts of wind power on power systems—summary of IEA Wind collaboration, Environmental Research Letters, 2008 (3).
- [5] Holttinen H: The Impact of Large Scale Wind Power Production on the Nordic Electricity System, Ph.D. Thesis, Helsinki University of Technology, Finland, December 2004.
- [6] Hugo A, Joos G: Integration of Wind Generation with Power Systems in Canada: Overview of Technical and Economic Impacts, February 2006, http://canmetenergy-canmetenergie.nrcan-ncan.gc.ca/eng/renewables/integration_der/publications/2006016.html
- [7] IEA Wind, Task 25: Design and operation of power systems with large amounts of wind power, State-of-the-art report, 2007, <http://www.ieawind.org/AnnexXXV/Publications/W82.pdf>
- [8] INESCOPORTO: Új szélerőművek a villamosenergia-rendszerhez való csatlakozásának feltételei, Tanulmány a Magyar Energia Hivatal megbízásából, 2008. október.
- [9] Kirby B, Milligan M: A Method and Case Study for Estimating the Ramping Capability of a Control Area or Balancing Authority and Implications for Moderate or High Wind Penetration, May 2005, NREL/CP-500-38153, <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/38153.pdf>
- [10] Maddaloni J, Rowe A, Cornelis van Kooten G: Wind Integration into Various Generation Mixtures, Renewable Energy 34, 2009, pp.807-814
- [11] Maddaloni J: Techno-economic Optimization of Integrating Wind Power into Constrained Electric Networks, Msc Thesis, University of Victoria, Canada, 2007, <http://www.iesvic.uvic.ca/publications/library/Dissertation-Maddaloni.pdf>
- [12] Milborrow D.: Penalties for intermittent sources of energy, <http://www.cabinetoffice.gov.uk/media/cabinetoffice/strategy/assets/milborrow.pdf>
- [13] Ostergaard P. A: Ancillary services and the integration of substantial quantities of wind power, Applied Energy 83 (2006), pp. 451-463.

- [14] Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (Budapesti Corvinus Egyetem): A magyarországi kiegyenlítő-energia elszámolás átalakításának lehetőségei, Tanulmány a MAVIR Zrt. részére a Kereskedelmi Szabályzat módosításához, 2008. december
- [15] Yang-Kang Wu, Jing-Shan Hong: A literature review of wind forecasting technology in the world, Power Tech, 2007 IEEE, Lausanne, 1-5 July 2007, pp.504 – 509

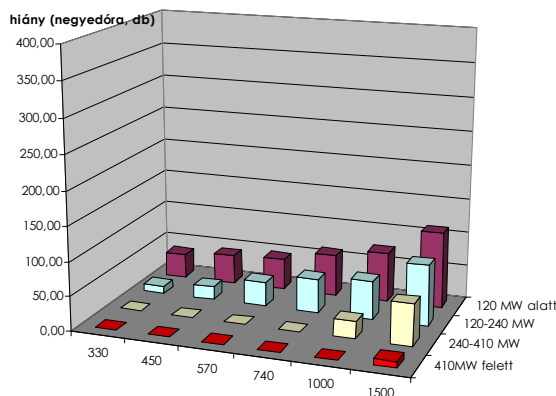
VII. Mellékletek



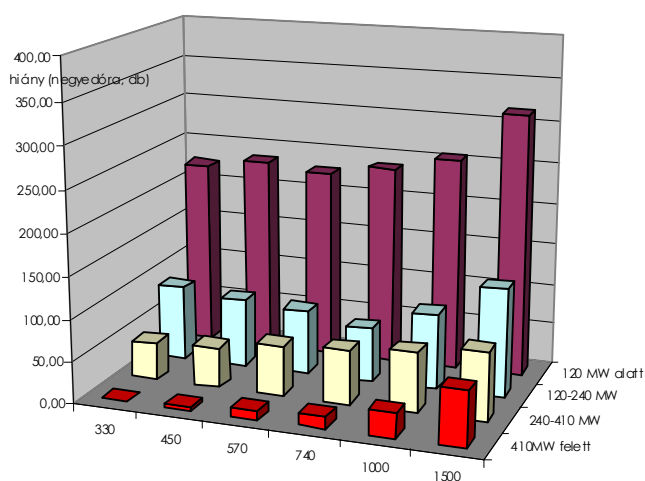
M3. ábra A betáplált teljesítmény átlagos órás változása, pozitív irányban



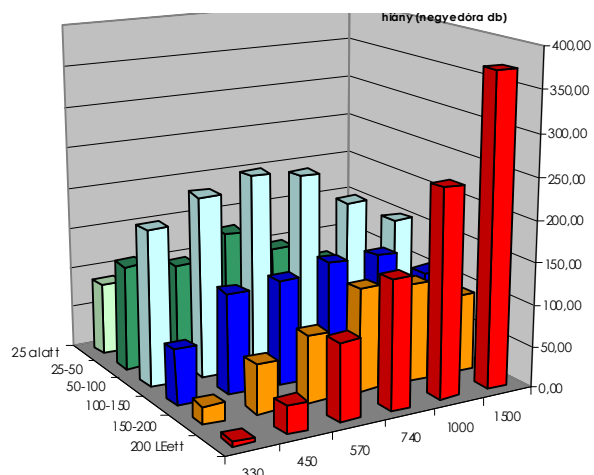
M4. ábra A betáplált teljesítmény átlagos órás változása, negatív irányban



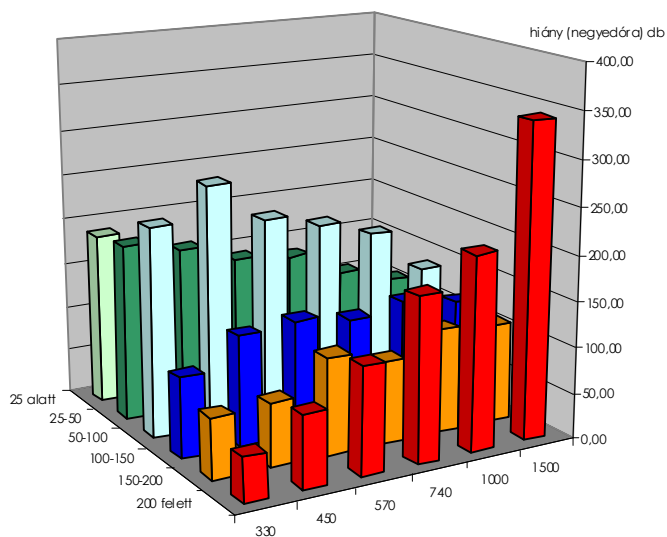
M5. ábra Fel-irányú tartalékhiányok alakulása scenáriónként optimális piaci menetrendezés mellett, az üzemzavari gázturbinák beépített teljesítményeinek megfelelő sávonként 2008. (a 2009-ben készült kimutatás alapján)



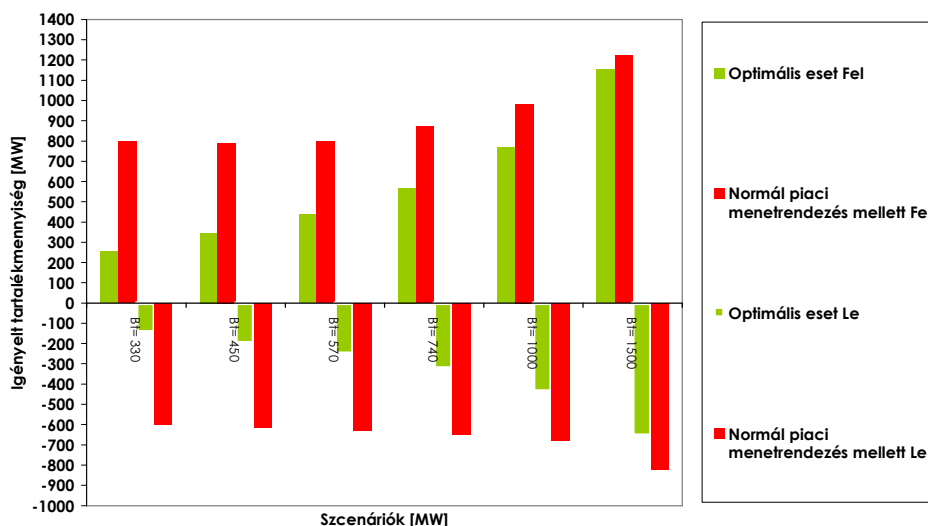
M6. ábra Fel-irányú tartalékhiányok alakulása scenáriónként normál piaci menetrendezés mellett a gradiensek figyelembevételével az üzemzavari gázturbinák beépített teljesítményeinek megfelelő sávonként 2008. (a 2009-ben készült kimutatás alapján)



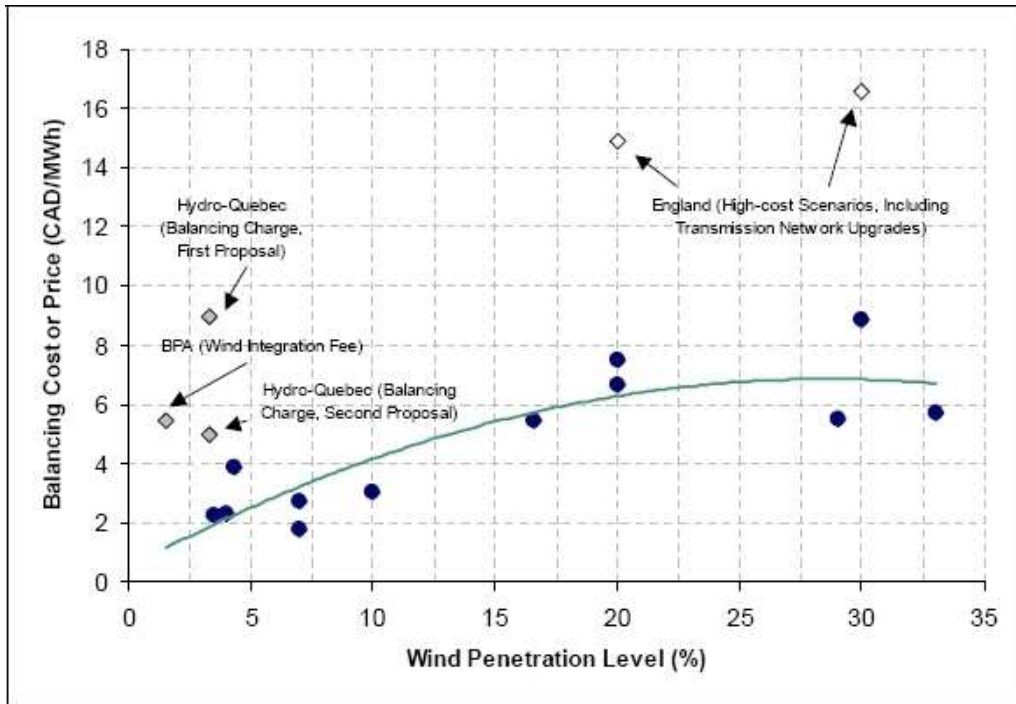
M7. ábra Le-irányú tartalékhiányok alakulása scenáriónként optimális piaci menetrendezés mellett 2008. (a 2009-ben készült kimutatás alapján)



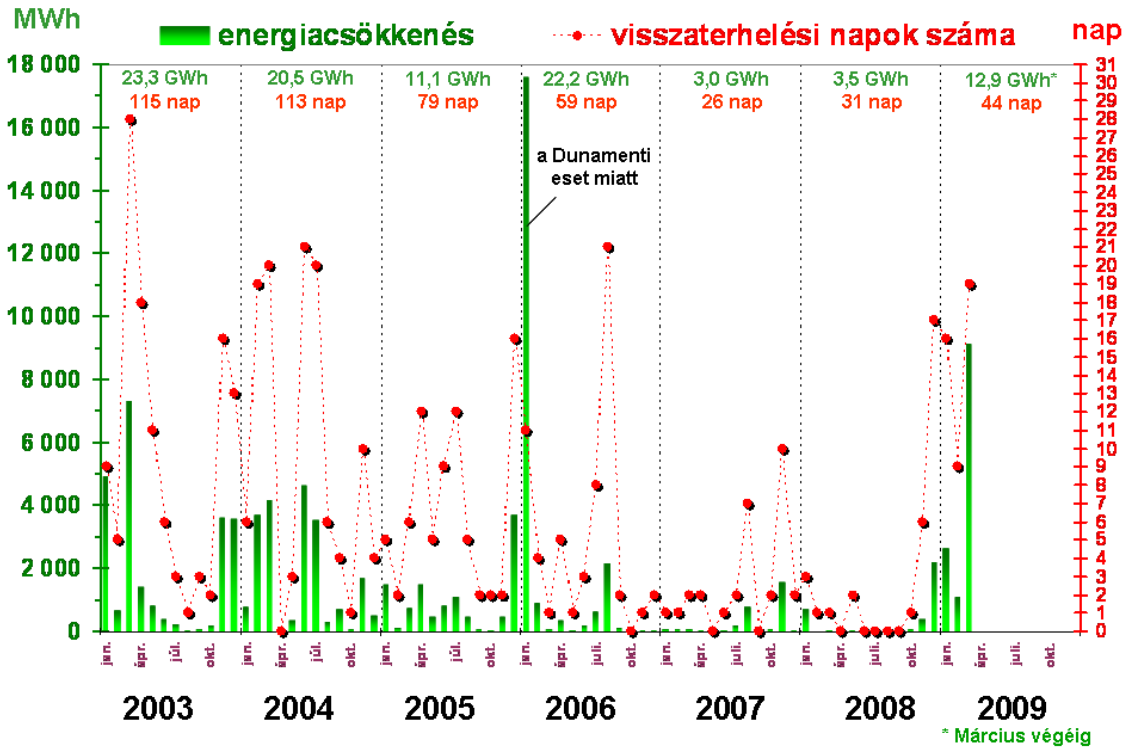
M8. ábra Le-irányú tartalékhányok alakulása scenáriónként normal piaci menetrendezés mellett a gradiensek figyelembevételével 2008. (a 2009-ben készült kimutatás alapján)



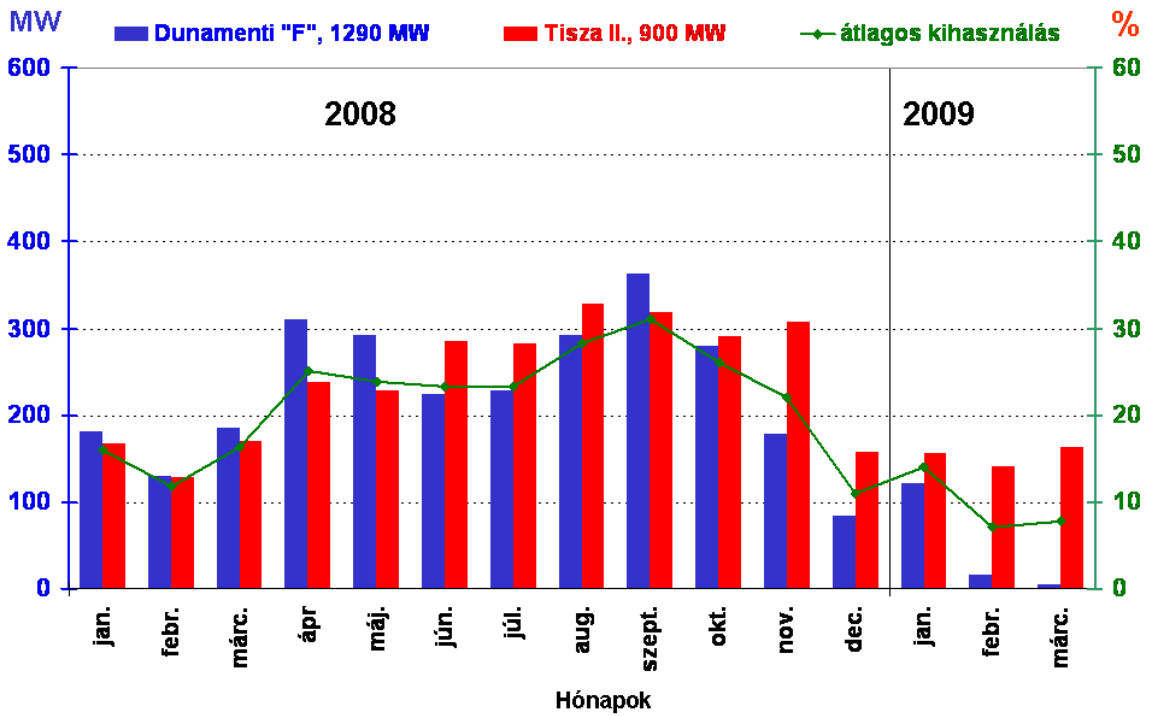
M9. ábra A kiegyenlítő energia mennyiségének szélsőértékeit kielégítő tartaléktelejesítmények scenáriónként és irányonkénti normal és optimális piaci menetrendezés mellett 2008. évben



M10. ábra Egy jellegzetes eredmény a szélenergia hálók által okozott többlet szabályozási költségek bemutatására [6]



M11. ábra A Paksi Atomerőmű visszaterhelései (Forrás: MAVIR)



M12. ábra Menetrendtartó erőművek kihasználása (Forrás: MAVIR)