

A VÍZENERGIA-HASZNOSÍTÁS HOZZÁJÁRULÁSA A FENNTARTHATÓSÁGHOZ

Gerse Károly

a műszaki tudomány kandidátusa, főtanácsadó,
Magyar Villamos Művek Zrt.
kgerse@mvm.hu

Az átfolyó víz energiájának hasznosítása

A vízenergia egyike az emberiség legrégebben hasznosított energiafajtáinak. A felhasználásához épített műtárgyak a természetes környezetet – kezdetben – csak minimálisan változtatták, a vízimalmok, hajómalmok jól illeszkedtek a természeti környezetbe (1. ábra).

A folyóvizek hasznosítása Magyarországon is széles körű volt, csaknem minden vízfolyáson működött vízimalom. Példaként az 1940-es években Zalalövő és Kehida között¹ a kanyargós Zalán mintegy harmincöt vízimalom szolgált a gazdálkodókat, állattartókat. Távolságuk 1–2 kilométer volt. Hajtásuk részben alulcsapott vízkerékkel, részben Francis-víz-turbinával történt. A nagyobb malmoknál az utóbbi a gőzgépet, később a villamos hajtást egészítette ki. A vízgépek

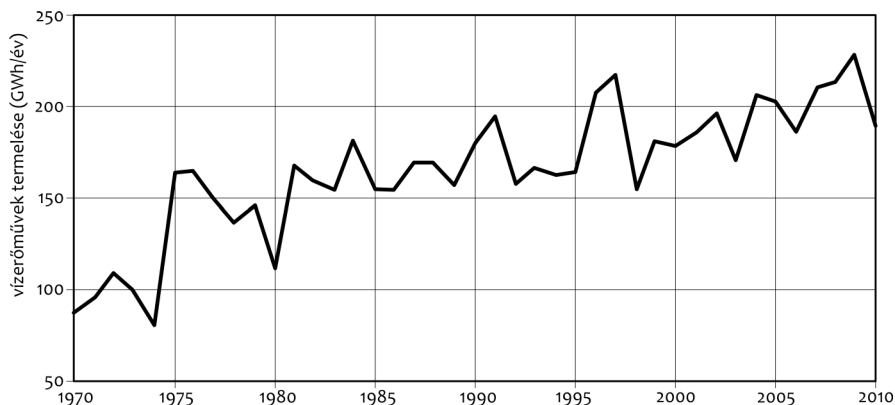
teljesítménye a hasznosított eséstől, vízmenyiségtől, határfoktól függően néhány kW-tól 15–20 kW-ig terjedhetett. A közvetlen gazdasági haszon mellett a gátak feletti nagyobb vízszintet és ezzel gazdagabb szénatermést, a legalább gyalogos közlekedés lehetőségét, a halállomány jobb minőségét, strandfürdők kialakításának lehetőségét is biztosították.

A villamos energia termelésére történő hasznosítás is korán megkezdődött, legelsőként 1896-ban, Ikervárnál, a Rába folyón (Turán, 1963). Ebből az erőműből a későbbiekben Sárvár, Sopron, Szombathely mellett



1. ábra • A szabályozás előtti Zala képe
(a Henz-malom utáni folyószakasz)

¹ Személyes érintettség okán a hagyományokat a Zala folyó példáján mutatom be. Az egykori malmokat, környezetüket részletesen a világhálón elérhető *Malmok a Zalán, a Zala folyó vízimalmjai* honlap (URL1) mutatja be, amely a dr. Izsák János, Kummer Gyula és Hajdu Imre kezdeményezésére indult, hagyományfeltáró munkát tükrözi.



2. ábra • Vízerművek termelése Magyarországon

a közbenső gazdaságokat is ellátták. Többször megújítva ma is működik. A 20. század első évtizedeiben a Rába mellett a Pinkán, a Répcén, a Gyöngyösön, keleten pedig a Bársonyos-patakon, a Hernádon, a Sajón és más folyóvizeken is épültek kis erőművek.

Ezek eleinte szigetüzemben működtek, majd az egységes villamosenergia-rendszer kialakulásával az 50-es években az egységes hálózatra kapcsolták azokat. Későbbi sorsukat állapotuk (elsősorban a gátaké) és az akkori közgondolkodás határozta meg. A folyamatosan



3. ábra • „Kiegyenesített” Zala az eredeti folyó nyomaival (forrás: Google.map)

épülő, nagyobb erőművek fajlagos termelési költsége lényegesen kisebb volt, mint a szét-szórt, kis teljesítményű vízerőműveké, így meghibásodásuk esetén felújításuk nem történt meg. A nagyobbak megújítására a rendszerváltás környékén készültek tervek, de tényleges megújításra csak részben, a privatizációt követően került sor. A jelenleg működő, mintegy 56 MW-nyi beépített teljesítőképességű vízerőmű-állomány éves termelését a 2. *ábra* mutatja. Az időjárás-változásból adódó ingadozások mellett a korszerűsítések hatására lassú növekedés figyelhető meg.

A vízerőművek üzemképessége elsősorban a folyók állapotától, szabályozottságától, a folyókon végzett beavatkozásoktól függ. A zalai vízimalmok sorsát is a folyó szabályozása pecsételte meg. A kanyargós vízfolyást (URL₂) az 1960-as évek elején – valószínűsíthetően árvízvédelmi okokból – csatornaszerűvé alakították, átvágva a korábbi kanyarulatokat, elkerülve, ellehetetlenítve a részben még működő vízimalmokat.

Csak érdekességként említem, hogy az első katonai felmérésből származó térképen (URL₂) jól látszik három vízimalom helye, az odavezető utakkal együtt. A Google Map-ról származó mai felvételen (3. *ábra*) még látszanak az egykori kanyargó folyó maradványai. A kiegyenesítéssel az energiahasznosítás megszüntetése teljesen megváltoztatta a folyó jellegét, élővilágát, környezetét, a vízszint mintegy 1–2 méterrel csökkent, a gyorsabb lefolyás miatt a meder keskenyebb lett, gyors medermélyülés indult el, amelyet később kövekből készített bukógátakkal kíséreltek meg korrigálni.

A malmok közül a zalaegerszegi Skanzen területén, a Zala holtágában megőrzött Hencz-malom előtti zsilipet, alulcsapott vízkereket a 4. *ábra* mutatja. A műtárgy csak a

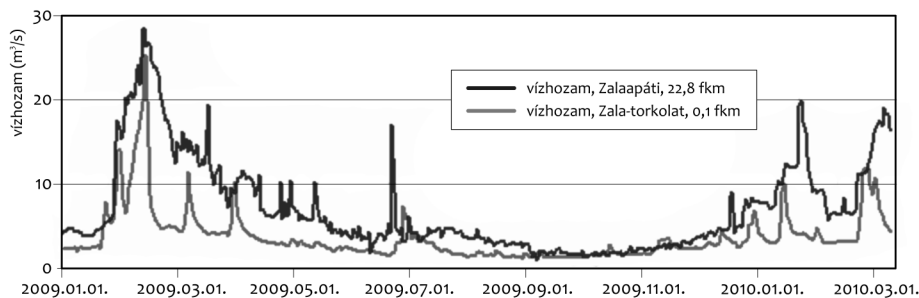


4. *ábra* • Zsilip alulcsapott járókerékkel

partfalnál készült betonból, egyéb részei fából vannak, így kivitelezése minimális költséggel történhetett. A nagyobb teljesítményű, vízturbinás erőtelepek zsiliprendszere általában vasbeton-acél konstrukció volt, de a zsilip-táblák ezeknél is fából készültek.

A szabályozást valószínűsíthetően más folyókon is elvégezték, a vízhasználat jellegének változása miatt a vízhozam az éghajlatváltozástól függetlenül is csökkent, a víz vegyianyag- és szervesanyag-tartalma lényegesen megnőtt, így ma általában tiltott a kisebb folyókban történő fürdés. A komplex hasznosítás mezőgazdasági érdeklősége is hiányzik, mivel szarvasmarha-állomány hiányában a kaszálók iránti igény jellemzően minimálisra csökkent. A kis vízerőművek általában nehezítik az árhullámok levonulását. Ebből adódóan a kis folyókon az energetikai hasznosításnak kellene minden költséget fedezni, egyéb hasznok csak mellékesen és esetlegesen jelenhetnek meg.

A Zala vízének 1,5–2 m/km esése ma is rendelkezésre áll, hasznosításra csábít. A lehetőségeket befolyásolja, hogy a vízmennyiség nagyon tág határok között változik: a torkolatnál, kisvíznél 1–2 m³/s, átlagosan 6–7 m³/s, árvíznél 40–60, ritkán 200 m³/s (5. *ábra*). A közepes vízhozam Zalalövönél 0,8, Zala-



5. ábra • A Zala folyó vízhozama (Nyugat-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)

egerszegnél 1,9, Zalabéternél 4,3, Zalaapátinál 5,5 m³/s, a 10%-osnál nagyobb árvizek kiléphetnek a mederből (Szilágyi, 2003). A vízhozam széles tartományban várható változására tekintettel, az optimális vízhasznosítás mértékét, kialakítását az árvízvédelmi, energetikai és más szempontok összehangolásával lehet meghatározni.

A hasznosítás költségviselésével kapcsolatos megállapítások a közepes folyókra is érvényesek. Példaként a Rába közelmúltban megújított egyik duzzasztógátját mutatom be (6. ábra). A főmeder vízellátását normál esetben csak a gátba épített vízgépen, illetve az energiatörőn átáramló vízmennyiség biztosítja. A víz nagyobb része a gát felett kiágazó üzemvízcsatornán, az eredeti helyén megőrzött vízerőműhöz áramlik. Árapasztásra is a vízerőműbe épített zsilipek szolgálnak.

E vízerőmű éves árbevétele a kötelező átvétel időtartama alatt a vízjárás és az 500 kW alatti beépített teljesítőképességű gépek üzeme alapján, a jelenleg érvényes (átlagosan mintegy 20,4 Ft/kWh értékű) kötelező átvételi tarifákkal 24–25 MFt/év-re tehető. Ebből az összegből kell fizetni az összes folyó kiadást, közöttük a vízkészletjárulékot, a területileg illetékes környezetvédelmi és vízügyi igazgatóságoknak az egyedi szerződések alapján megállapított összegeket is. A folyó kiadások

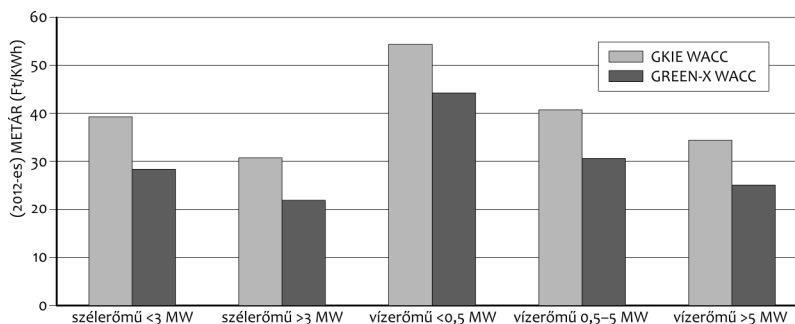
feletti maradéknak kell fedeznie a finanszírozási költségeket.

Az előbbi átlagos átvételi tarifa lényegesen kisebb, mint a METÁR-rendszer előkészítése során a reális költségeket figyelembe vevő, a különböző gépnagyságokra javasolt értékek (7. ábra). Figyelemre méltó, hogy míg a jelenlegi tarifarendszer a szél erőműveknek mintegy 5,1 Ft/kWh árbevétel-többletet biztosít, addig a javaslatban a szél erőművekre a vízerőművéknél alacsonyabb értékek szerepelnek (Szilágyi, 2003). A befektetések megtérülését biztosító kötelező átvétel befejeződését követően az erőmű csak normál piaci áron értékesíthet majd.

Egy, a Zala folyó felső szakaszán szokásos átlagos vízjárás és vizesés mellett megvalósítható 20 kW-os erőtelep, a becsült 5000 óra/év csúcskihasználási órászámmal elérhető 100



6. ábra • Megújított gát a Rábán



7. ábra • Javasolt kezdeti átvételi árak. A két értékora a súlyozott tőkeköltségre vonatkozó elvárások miatt különbözik. A GKI Energiakutató által becsült WACC a vállalkozás méretétől függően 15,08, illetve 17,17%, míg a PYLON- (GREEN-X) változatnál 10,02, illetve 11,08% értékeket vettek figyelembe (Barta et al., 2011).

MWh éves értékesítése alapján az új (GREEN-X WACC) tarifával 4,428 M Ft éves árbevételt érhetne el. Kérdés, hogy a vízügyi szakigazgatás hogyan fogadna egy ilyen javaslatot, és az előbbi árbevétel valószínűsítene-e a projekt megtérülését, illetve a kötelező átvétel időszakát követően a normál piaci árak fedeznék-e a működtetés és fenntartás költségeit.

A magyarországi vízérőkészlet a nemzetközi adottságokhoz viszonyítva szerény. A megújuló energiák hasznosítása témakörében készített tanulmány (Büki - Lovas, 2010) alapján a kiaknázzható villamos teljesítmény 989 MW (1. táblázat), amelynek jelenleg csak mintegy 6%-a van kihasználva. Az előbbi, megvalósítható villamos teljesítményből a műszakilag hasznosíthatónak ítélt vízérőkészlet a várható kihasználástól függően 3,8-4,6 TWh/év nagyságúra, a hazai villamosenergia-igény mintegy 10%-ára tehető.

A METAR-rendszer kidolgozásához elemzett különféle típusprojektek közül a 2020-ig megvalósíthatónak ítélt vízlerőmű-projektek a 2. táblázat foglalja össze (Barta et al., 2011). Míg a Nemzeti Cselekvési Terv csak kis és

közepes teljesítményű vízlerőművekkel számol, addig a PYLON cég által készített változat 168 MW-nyi, 5 MW-nál nagyobb teljesítőképességű vízlerőmű létesítését is feltételezi, megfelelő ösztönzés (átvételi árak) esetén.

A szerző számára nem ismert, hogy ténylegesen léteznek-e az érintett vízügyi hatóságokkal, önkormányzatokkal kellő körültekintéssel egyeztetett, megfelelően előkészített projektek, amelyek a táblázatbeli becsült projektszámot megalapozzák.

Korábban nem említettük a lehetséges dunai, tiszai vízlépcsőket és az ezekbe beépíthető vízlerőműveket. Míg a kisebb és közepes

	kiaknázzható villamos teljesítmény (MW)
Duna	707
Tisza	99
Dráva	88
egyéb folyók	95
összesen	989

1. táblázat • Hazai vízfolyások kiaknázzható villamos teljesítménye (Büki – Lovas, 2010)

	NCsT-közelítés benchmark projektelemek alkalmazásával			PYLON-közelítés a várható hatások módosításai szerint, a célérték változása nélkül		
	létesülő projektek becsült száma	célérték 2020-ig		létesülő projektek becsült száma	célérték 2020-ig	
		db	GWh/év		MW	db
kis teljesítményű (5 MW) vízerőmű	12	7,10	2,14	18	10,65	3,20
közepes teljesítményű (0,5–5 MW) vízerőmű	3	42,44	12,90	6	84,88	25,80
nagy teljesítményű (5 MW) vízerőmű	0			6	598,08	168,00

2. táblázat • Modellezés eredményei (Barta et al., 2011)

folyók esetében – ahogyan a Rábán megújított gátrendszer esetében bemutattuk – feltételezhető, hogy a gátrendszer és a vízerőmű teljes költségét a vízerőmű villamosenergia-termelésének kell biztosítania, és az egyéb hasznok többletként jelentkeznek, addig a Duna és Tisza esetében a vízerőmű csak kiegészítő létesítményként jelenhet meg mint befektetés.

A szerző tudomása szerint a rendszerváltást követő időszakban nem történt olyan vizsgálat (illetve ilyenekről a szakmai közvélemény nem kapott tájékoztatást), amely akár a kis vízerőművek, akár a dunai és tiszai vízlépcsők esetén az összes körülményre kiterjedően, komplexen elemezte volna a megvalósítás következményeit, gazdasági jellemzőit.

Az európai energiapolitika a megújuló erőforrások esetében azzal számol, hogy a jelenlegi támogatott időszakot az egyes projektek kellő hatékonyságának elérését követően egy tisztán piaci árazási mechanizmus váltja fel. Úgy vélik, hogy a szélerőművek, napkollektorok érettsége 2030-ra lehetővé

teszi a támogatások megszüntetését, és a becslések a jelenlegi költségszinten mintegy 60 EUR/MWh körüli átlagos piaci árat valószínűsítene. Ez azt jelenti, hogy hosszú távon a vízerőművek is az előbbi nagyságrendű piaci árakkal szembesülhetnek. Ilyen árak mellett a nagyobb, dunai vízlépcsők 1000 GWh/év körüli éves villamosenergia-értékesítése 60 millió EUR éves árbevételt (mintegy 18 000 M Ft/év) generálhat. Az egyéb gazdasági előnyöket is mérlegelő elemzésnél a vízerőmű hosszú távú, járulékos hozamaként ilyen nagyságrendű bevételt lehet figyelembe venni, és ebből lehet kiindulni a vízerőmű mint önálló projektrész megengedhető bekerülési költségének becslésénél is.

A vízenergia a szél- és napenergiánál értékesebb megújuló forrásnak tűnik, mivel csaknem folyamatosan rendelkezésre áll, hasznosítása az energiatermelés mellett egyéb járulékos előnyöket is eredményez, így hasznosítását még a szűklátókörű gazdasági szemlélet elsődlegessége mellett is ösztönözni in-

dokolt. Ehhez azonban konkrét projektekre alapuló, a szakmai közvélemény és a társadalom számára is elfogadható, hiteles elemzésekre van szükség, amelyek a tudomány jelenlegi szintjén, hosszú távon, komplexen értékelik a várható előnyöket, következményeket. A hazai erőforrások maximális mértékű hasznosításában az állam is érdekelt, így célszerűen az államigazgatásnak kellene irányítania azokat a vizsgálatokat, amelyek a lehetséges vízerőművek optimális helyszínét meghatározzák. A befektetők ezek ismeretében dönthetnének az egyes projektek megvalósításáról. Egy ilyen programmal elérhető lenne, hogy az ország vízenergia-potenciálja a társadalom teherviselő és befogadóképességét is figyelembe véve a lehető legnagyobb mértékben legyen kihasználva

A program kidolgozása során az előítéletek ellenére nem kerülhető meg a Bős–Nagyymaros-megállapodás rendezése. Az eredeti tervek szerint két erőműből álló erőműrendszer felső egysége, a Bósi Erőmű 1992-ben elkészült. A Duna elterelése Magyarország számára hátrányos módon, az eredeti Dunameder vízellátásának szabályozását (a félig elkészült dunakiliti zsilip ellenére) is szlovák területen megoldva, az ún. *C variáns* szerint megtörtént. A vita ma sincs lezárva. Nincs megállapodás a Hágai Nemzetközi Bíróság 1997. szeptember 25-i határozatának rendelkező részében megállapított közös üzemeltetési rendszerről, a kölcsönös kártérítésekről és a költségek rendezéséről. Ennek hiányában nem részesülünk a Bósi Erőműből a vízszintkülönbség, vízhozam alapján járó mintegy évi 1000 GWh villamosenergia-termelésből.

Tározós erőművek

Magyarország azon kevés ország közé tartozik, ahol nem működik tározós vízerőmű. Egy

ilyen létesítmény már eddig is elősegíthette volna a villamosenergia-rendszer primer és szekunder szabályozását, a napi terhelés kiegyenlítését, csökkentve ezzel a hagyományos erőművek szén-dioxid-kibocsátását is.

Az időjárásfüggő megújuló erőművek elterjedése és létesítésük ösztönzése egész Európában az energiatározó-kapacitás bővítésének irányába hat (Eurelectric, 2011b). A megújuló energiára alapozó jövőbeli német energiaellátás a 2050-re tervezett 160 000 MW megújuló erőmű mellett több mint 30 000 MW (elsősorban norvégiai) tározós erőművel számol (URL3). A várható üzemviszonyok elemzése szerint mintegy $\pm 20\,000$ MW folyamatosan igénybe vehető órás, napi tartalékra lehet szükség (Doll – Kruhl, 2012). Minden kedvező adottságú tagállam a tározós erőművek kapacitásának fejlesztésére készül. Ausztriában további 5000 MW tározós vízerőmű létesítését tervezik, Svájcban 2140 MW kapacitás van építés alatt, és 1330 MW engedélyezését készítik elő (Doll – Kruhl, 2012). Az épülő svájci projektek fajlagos beruházási költsége 1,15–2,1 M EUR/MW között van. Az engedélyezési fázisban lévő projektek fajlagos költségét 0,87–1,5 M EUR/MW értékre becslik (Stettler, 2012). Figyelemre méltó, hogy a piacnyitás óta egyes tározós erőművek kihasználása több mint a duplájára nőtt, eléri a 2000 óra/év értéket (Doll – Kruhl, 2012).

A hazai villamosenergia-rendszer szabályozása jelenleg még megoldható hagyományos erőművekkel, a piac regionális irányban történő bővülése, illetve az időjárásfüggő megújuló erőművek hazai részarányának növekedése (mintegy 600–650 MW beépített teljesítőképesség elérése²) azonban már a

² *A magyar szabályozási piac működése*. Kézirat, Budapest, 2012.

közeljövőben elkerülhetetlenné teszi az energiatárolás hazai megoldását is. Erre többféle technológia ismert, a szakmai közvélemény azonban egyértelmű abban a tekintetben, hogy a nagyobb léptékű, napi kiegyenlítésre is alkalmas megoldások közül jelenleg a tározós vízerőművek jelentik a gazdasági optimumot (Eurelectric, 2011a, 2012a). Ilyen erőműkapacitások elvileg külföldön is leköthetők, erre az UCTE-szabályzatok is lehetőséget biztosítanak, az átviteli hálózatokra vonatkozó jelenlegi szabályozás azonban nehézkessé és költségessé teszi a zárt hurkú szabályozásban történő igénybevételt. Emiatt a nemzetközi kereskedelemben külföldi berendezések primer és szekunder szabályozásként történő igénybevételére még nincs gyakorlati példa. Tercier szabályozásként már a rendszerváltást megelőzően is kötöttünk ügyleteket.

Megfelelő nagyságú hazai szabályozó erőmű hiányában a megújuló termelő berendezések gyors teljesítményváltozásának kiegyenlítésére szolgáló forrásokat külföldről kellene igénybe venni. Ezzel a hazai fogyasztók külföldi beruházásokat finanszíroznának. A háttérkeresztező kapacitások igénybevétele miatt az igénybevétel költsége is bizonyosan nagyobb lenne egy hazai berendezés költségénél.

A rendszerváltást követően a piaci szereplők több helyszínen vizsgálták szivattyús energiatározók létesítését, ám egyik projekt sem jutott el az érdemi előkészítési és engedélyezési szakaszba. Az egyes projektek esetében ennek különféle okai (az érintett közvélemény fogadóképessége, környezeti feltételek, „lopakodó” szabályozás stb.) voltak. A szerző véleménye szerint az energiarendszer megfelelő, a fogyasztók számára legkisebb költséggel megvalósítható szabályozása közérdekű cél. Ezért a megoldáshoz szükséges legkedvezőbb technológia, ezek optimális helyszínének

kiválasztása állami feladat. A piaci szereplők feladata a létesítmények gazdaságilag leghatékonyabb kialakítása a szóba jöhető helyszíneken.³ Az optimális technológiák és szóba jöhető helyszínek kiválasztása a projektek várható előkészítési és megvalósítási idejére tekintettel nem tűr halasztást, mivel a megújuló energia részarányának az EU által elvárt növekedése miatt a rendszer szabályozása energiatárolás nélkül megoldhatatlanná válhat. Az átmenetileg felesleges tárolókapacitások értékesítése pedig Svájc, Ausztriához hasonlóan kedvező piaci lehetőséget is jelenthet.

A szivattyús tározók létesítését ellenzők gyakran arra hivatkoznak, hogy a villamos hajtású, akkumulátorokkal felszerelt gépjárművek majd átveszik a szivattyús tározók szerepét, így nincs is szükség ilyen berendezések létesítésére. A szabályozási igényeket és a rendelkezésre álló technológiákat vizsgálva azonban egyértelmű (Doll – Kruhl, 2012), hogy a gépjármű-akkumulátorok a tározós erőművek szerepét nem tudják átvenni. Az egyéb megoldások (többletenergia sűrített levegőként történő tárolása, nagy akkumulátortelemek) alkalmasak lehetnek azonos feladat megoldására, azonban lényegesen drágábbak.

A befektetők szempontjából legfontosabb kérdés, hogy az esetlegesen megépítendő tározós erőmű megtérülhet-e a várható piaci viszonyok mellett. Alapvetően kétféle értékesítési lehetőség van: különféle szabályozási tartalékok biztosítása, illetve napon belüli, napi terheléskiegyenlítés képzelhető el.

Szabályozási tartalékként az egyéb szóba jöhető forrásokkal kell versenyképesnek

³ A javasolt megoldás jellemző példája az új atomerőművek helyszínének kiválasztása és befektetők részére történő odaítélése az Egyesült Királyságban.

lenni. A hazai rendszerirányító által 2011 végén szabályozókapacítások beszerzésére lefolytatott pályázat eredménye (3. táblázat) alapján évente 23–40 M Ft/MW értékre becsülhető az értékesítési sor elején álló, biztosan lekötésre kerülő különféle tartalékok rendelkezésre állásáért várható bevétel. Így egy 300 MW-os tározós erőmű szabályozókapacitásának sikeres, teljes értékesítése esetén 6,9–12 Mrd Ft éves bevételre számíthat.

A szabályozási feladatok ellátásához és a terhelés kiegyenlítéshez szükséges energiatárolás költségeinek, illetve a kisütés hasznának becsléséhez a töltő- és kisütőenergia várható árából lehet kiindulni. Egy, a HUPX-energiatőzsde 2012. évi első félévi áralakulásához hasonló piaci környezetet feltételezve a következők állapíthatók meg:

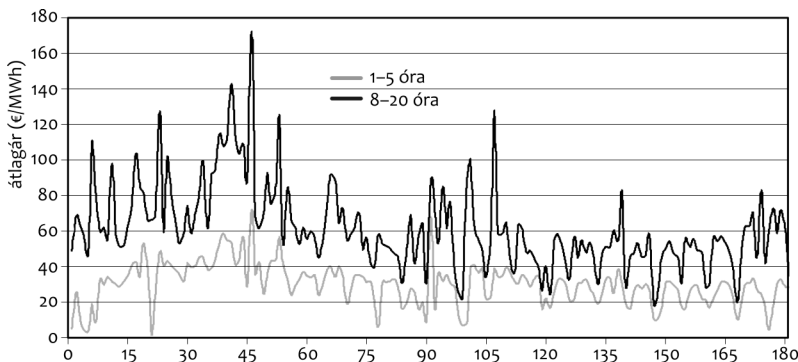
- a hajnali völgyidőszakokban 1–5 óra között az átlagos ár mindig kisebb, mint a csúcsidei (8–20 óra közötti) ár, de hétfő-eken bizonyosan hosszabb az optimális töltési időszak;

- gyakran előfordul o Ft/kWh ár, az ilyen árazású időszakok részaránya a megújuló energia időjárásfüggő termelése részarányának növekedésével nő (sőt Németországban már negatív árak is kialakulnak időről időre);
- a csúcsidei és völgyidőszaki ár különbsége a hatásfokot, a rendszerirányító részére a töltéshez felhasznált villamos energia mennyisége után térítendő átviteli-rendszerirányítási díjat (1,519 Ft/kWh) és a rendszerszintű szolgáltatások díját (0,702 Ft/kWh) figyelembe véve esetenként negatív (8. ábra).

Feltételezve, hogy az év második részében is átlagosan azonos napi hozamok alakulnak ki, 1 MW szivattyúzási teljesítményre vonatkoztatva 21 600–22 500 EUR (6,4–6,7 M Ft); 300 MW esetén 1900–2000 M Ft árbevétel lenne évente elérhető. A töltési időszak megnövelésével, a kisütési időszak napon belüli optimális megválasztásával a terhelés kiegyenlítéséből elérhető haszon bizonyosan növel-

szekunder szabályozás				tercier szabályozás			
LE irány		FEL irány		LE irány		FEL irány	
MW	M Ft/ MW/év	MW	M Ft/ MW/év	MW	M Ft/ MW/év	MW	M Ft/ MW/év
13,9	38,56	37,3	24,21	61,30	22,76	484,2	23,13
76,6	40,35	10,4	41,92	20,80	33,76	9,7	28,25
4,2	70,00	22,9	75,07	8,60	51,39	2,9	40,69
14,1	85,82	75,4	106,47	25,05	61,33	1,3	40,00
1,8	95,00	1,1	127,27	5,60	70,54	1,9	60,00
25,6	249,06	0,5	200,00	0,40	77,50		
0,3	1040,00	2,4	300,42	1,70	37,06		
0,1	1420,00			4,60	126,96		
				6,30	132,54		

3. táblázat • A tartaléktender eredményei

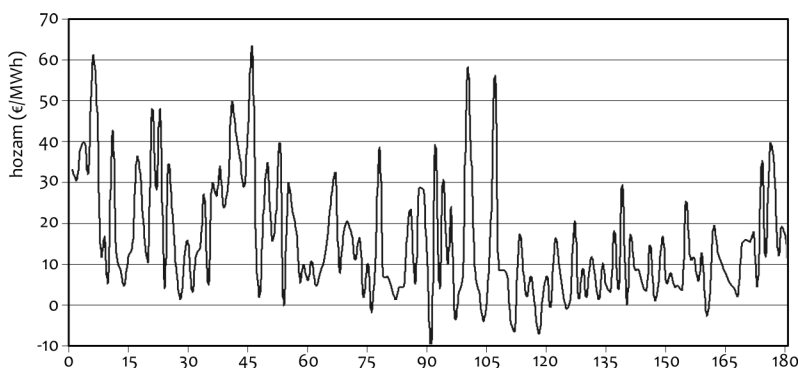


8. ábra • Völgyidőszaki és csúcsidőszaki átlagárak 2012 első felében

hető lenne. (9. ábra) A berendezés szabályozási célra való értékesítéskor a kisütési energia ára is kismértékben bizonyosan eltéríthető a piaci áráktól. A szabályozóteljesítmény utáni és a kiegyenlítés után várható árbevételeket összegezve, egy 300 MW teljesítményű tározós vízerőmű a mai piaci feltételrendszerben 8,8–14 Mrd Ft éves bevételre számíthat. A telepítési lehetőségektől, költségektől függ, hogy ekkora bevétel mellett gazdaságilag életképes lehet-e egy tározós vízerőmű.

A szivattyús tározók működési feltételrendszere és ebből adódóan jövedelmezősége más tagállamokban is ellentmondásos. Az Eurelectric 2012-ben közzétett javaslatai (Eurelectric, 2012a) indokoltnak tartják:

- A hálózathasználati díjak megszüntetését a tározós erőműveknél, mivel több európai tagállamban a tározó töltése és a villamos energia értékesítése során is hálózathasználati díjat kell fizetni. Ez korlátozza a tározós erőművek kihasználását.
- A tározós erőművek más tárolási technológiákkal egyenértékű kezelését, mivel a jelenlegi tagállami szabályozások, illetve az Infrastruktúra csomag más tárolási technológiákat részesít előnyben a fejlesztési források elosztásánál.
- A tározós erőművek versenypiaci elemként történő üzemeltetését, mivel az ENSO-E tízéves hálózatfejlesztési terve felveti a tározós erőművek rendszerirányítói tulaj-



9. ábra • A tározó használatával elérhető hozam

donlását és szabályozott eszközként történő kezelését.

- A tározós erőművek környezetvédelmi megítélésének megfontolását az alacsony karbonkibocsátással járó villamosenergia-ellátásra való áttérés során, tekintettel arra, hogy a jelenlegi európai szabályozás (Natura 2000) akadályozza az előnyök és hátrányok objektív, eseti megítélését.

A meglévő szivattyús tározós erőművek jobb kihasználását elősegítené egységes európai piac létrehozása, ennek részeként a szabályozókapacitás nemzetközi kereskedelmének szabályozások által már biztosított tényleges megvalósulása. A kereskedelem nyomán transzparensse váló árak elősegíthetnék a potenciális új létesítmények értékelését is.

Összefoglalva: a hazai vízenergia-potenciál érdemi hasznosítása nagyobb állami sze-

repvállalást igényel. Ennek nem az egyes projektek megvalósítására (amely a befektetők feladata), hanem az egyes vízfolyásokon lehetséges vízerőművek helyére, megvalósítási feltételrendszerére, illetve a tározós erőművek potenciális helyszínének meghatározására, elsősorban az ökológiai szempontokat alapul véve, és a versenyképes befektetéseket ösztönző szabályozási környezetre kell kiterjednie. A komplex szemléletmód igényli a vízenergiával kapcsolatosan a társadalomban meglévő előítéletek csökkentését is. Állami szerepvállalás hiányában az energetikai potenciál csak részben hasznosul, az alacsony karbonkibocsátású energiatermelésre történő átállás fajlagosan jóval többbe kerül.

Kulcsszavak: vízenergia, kis erőművek, tározás erőművel, átvételi árak, árbevételi lehetőségek

IRODALOM

- Barta Judit – Bíró P. – dr. Hegedűs M. – Kapros Z. – Unk J.-né (2011): A megújuló energia hasznosítási cselekvési terv hatásai a hazai villamos energia piacra. (GKI Energiakutató és Tanácsadó Kft. *Energiapolitikai Füzetek XXIV*) GKI, Budapest • <http://gkienergia.hu/content/energiapolitikai-fuzetek>
- Büki Gergely – Lovas Rezső (szerk.) (2010): *Köztestületi Stratégiai Programok. Megújuló energiák hasznosítása*. MTA Energiastratégiai Munkabizottság, MTA, Budapest • <http://mta.hu/data/HIREK/energia/energia.pdf>
- Doll, Markus – Kruhl, Jürg (2012): Energiespeicherung. *VGB PowerTech*, 5, 55–60.
- Eurelectric (2011a): *Flexible Generation: Backing up Renewables*. *Eurelectric Report*. October, D/2011/12.105/47 • http://www.eurelectric.org/media/61388/flexibility_report_final-2011-102-0003-01-e.pdf
- Eurelectric (2011b): *Hydro in Europe: Powering Renewables*. *Eurelectric Report*. November, D/2011/12.105/41 • http://www.eurelectric.org/media/26700/hydro_in_europe_-_annexes-2011-160-0012-01-e.pdf
- Eurelectric (2012a): *Europe Needs Hydro Pumped Storage: Five Recommendations*. *Eurelectric Briefing Paper*. May, D/2012/12.105/19 • <http://www.eurelectric.org/>

media/27210/eurelectric_5_recomm-pumped-storage-final_draft_clean-for_upload-2012-160-0002-01-e.pdf

- Eurelectric (2012b): *Decentralised Storage: Impact on Future Distribution Grids*. *Eurelectric Report*. June, D/2012/12.105/29 • <http://proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/2887.pdf>
- Stettler, Andreas (2012): Projects for Pumped Storage Plants—A New Battery for Europe. *VGB PowerTech*, 5, 61–63. • http://www.vgb.org/en/hv_ii_praesentationen-dfid-39898.html
- Szilágyi Ferenc (2003): Mérnökgeológia (Felkészülési anyag), BME Építőmérnöki Kar Vizi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, Budapest
- Turán György (1963): Az ikervári, 1896-ban létesített, egyenáramú soros elosztórendszer. *Elektrotechnika*, 56, 5, 215–226. • http://www.omikk.bme.hu:8080/cikkadat/bitstream/123456789/2741/1/ET_1963_05t.pdf
- URL1: <http://zalamalom.hu/>
- URL2: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Zalaegerszeg>
- URL3: http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_Sondergutachten_100Prozent_Erneuerbare_KurzfassungEntscheid.pdf?__blob=publicationFile