



BME OMIKK
ENERGIAELLÁTÁS, ENERGIATAKARÉKOSSÁG
VILÁGSZERTE

45. k. 7–8. sz. 2006. p. 5–17.

Az energiagazdálkodás alapjai



A szélenergia hasznosítása a 25 tagúra bővült Európai Unióban

A szélenergetika továbbra is a leggyorsabban növekvő részterület az európai villamos energetikában. Jelenleg az európai cégek a szélturbinák világpiacának több mint 85%-át tartják kézben, a beépített szélerőművi kapacitások mintegy 75%-a is Európában üzemel, és az EU legutóbbi bővítése új lehetőségeket kínál ezen a területen is. Összeállításunk a jelenlegi helyzetet és a további lehetőségeket ismerteti, európai szemszögből.

Tárgyszavak: szélenergia; szélkerék; szélturбина; szélerőmű.

A szélenergetika továbbra is a leggyorsabban növekvő részterület az európai villamos energetikában. Jelenleg az európai cégek a szélturbinák világpiacának több mint 85%-át tartják kézben, a beépített szélerőművi kapacitások mintegy 75%-a is Európában üzemel, és az EU legutóbbi bővítése új lehetőségeket kínál ezen a területen is. A szélenergetika viszonylag fiatal, gyorsan fejlődő iparág, amely 1992-ben mintegy 2500 MW kapacitással rendelkezett világszerte, de 2003 végén ez

a szám már meghaladta a 40 000 MW-ot, ami közel 30%-os éves növekedést jelent. Különösen nagyarányú a szélenergia szerepe Dánia villamosenergia-felhasználásában (20%), de figyelemre méltó a Németországban és Spanyolországban ezen a területen elért 5% is. Az észak-németországi Schleswig-Holsteinben kiépült 1800 MW-os szélerőművi kapacitás látja el ma a régió áramszükségletének 30%-át, a spanyolországi Navarrában pedig ez az arány 50%.

Az Európai Szélenergia Szövetség (EWEA) becslése szerint az ágazat által jelenleg élvezett gazdaságpolitikai támogatás fennmaradása esetén 2010-re az EU-15-öknél beépített szélenergia-kapacitás elérheti a 75 000 MW-ot (az éves energiatermelés pedig a 168 TWh-t), ami már 5,5%-os részesedés a teljes felhasználásból. Ami pedig 2020-at illeti, 180 GW-tal (ebből 75 GW off-shore, vagyis a tenger partmenti vizein) ez az arány már elérheti a 12%-ot – ez megegyezik mintegy 195 millió közösségbeli háztartás villamosenergia-igényeinek kielégítésével. Amennyiben e célkitűzések teljesülnek, úgy az üzembe állított új áramtermelő kapacitásoknak már a fele lesz szélenergia, szemben a megújuló forrásokból termelt villamos energiára vonatkozó uniós irányelvben (2001/77/EC) szereplő 40%-kal. Mindazonáltal az imponáló fejlődés ellenére a szakmai és a szélesebb közvélemény még meglehetősen szegényes ismeretekkel rendelkezik a szélenergia hasznosításának alapvető jellemzőiről és feltételeiről – az alábbiak e hiányt igyekeznek pótolni az EWEA által készített összefoglaló tanulmány [1] fontosabb részeinek bemutatásával. Ez az összeállítás a műszaki feltételekre és megoldásokra összpontosít, a következő cikk viszont mindezek gazdasági-pénzügyi vonzatait részletezi.

A rendelkezésre álló szélenergia és hasznosításának lehetőségei

Egy szélkerék-farm létesítésének mérlegelésénél a legfontosabb paraméter a szélesebesség. Az átlagos szélesebesség megkétszereződése esetén ugyanis a szélenergia-termelése 8-szorosára nő, tehát a szélesebesség kisebb mértékű megváltozása is jelentős mértékben befolyásolja a létesítmény működésének gazdaságosságát. Ha például az adott körzetben a szélesebesség 6 m/sec-ről 10 m/sec-ra emelkedik, az ott termelt villamos energia mennyisége 130%-kal megnő. A szeles időszakok, a szél erőssége és iránya tekintetében ezért részletes és megbízható információra van szükség. Ezek a kiindulási adatok egy közelítő meteorológiai állomástól is beszerezhetők, majd megfelelő szoftverrel a szélviszonyok modellezhetők. Amennyiben az előzetes vizsgálat kedvező eredménnyel jár, úgy egy szélmérő tornyot felállítva részletesebb, a szélesebesség és szélirány magasság szerinti megoszlására is kiterjedő méréseket kell végezni. A gyakorlatilag rendelkezésre álló szélenergia mennyiségét a helyi korlátozó földrajzi és gazdasági tényezők figyelembevételével, illetve az adott terület hasznosításának alternatív módjaira vonatkozó mérlegelés után lehet megállapítani.

A Dán Nemzeti Kutató Laboratórium európai szél-atlasza alapján készült konzervatív becslés szerint az EU-25-ök éves szárazföldi szélenergia-potenciálja 600 TWh, az off-shore lehetőségeket is figyelembe véve pedig további 3000 TWh. Ez utóbbi érték meghaladja az EU-15-ök teljes villamosenergia-fogyasztását. A némely országok által elért jelentős eredmények ellenére a lehetőségek erőteljes kiaknázása az érintett államok többségében még csak a jövőben várható.

Az energetikai potenciál felmérését követően a szélenergia munkára fogásával és átalakításával összefüggő műszaki feladatok megoldása következik. A tizenkilencedik században működött szélkerekekkel szemben a modern szél-erőművek több mint 20 éven át, összesen mintegy 120 000 üzemórán termelnek folyamatosan, felügyelet nélkül és csekély karbantartási költség mellett hálózati frekvenciájú, jó minőségű villamos energiát. Összehasonlításképpen: egy személygépkocsi motorja élettartama során 4000–6000 órát üzemel.

A modern szélturbinák forgórészei általában három lapátból állnak, sebességüket és az általuk leadott teljesítményt az állásszög vagy az átesési szög segítségével szabályozzák. A rotor fogaskerekes sebességváltón keresztül, vagy közvetlenül csatolva, „direkt hajtással” is csatlakozhat a generátorhoz. Egyre elterjedtebbek

a sebességük változtatása mellett is működőképes turbinák, ami fokozza a berendezések hálózati illeszkedési képességét. A turbinalapátok rendszerint üvegszál-erősítésű poliészterből vagy epoxigyantából készülnek, néha fát és szénuszálakat is használnak bennük. A hajtóműgondolat és a szélkereket tartó csőszerű tornyok acélból készülnek, formájuk felfelé a gondoláig keskenyedő, kúpszerű.

A gyártásba vett szélturbinák teljesítménye a '80-as elejétől kezdődően az utóbbi bő két évtized folyamán közel a százszorosára nőtt, miközben az általuk termelt villamos energia fajlagos költsége 80 százalékkal mérséklődött. Míg a '80-as évek elején 20–60 kW volt a tipikusnak mondható teljesítmény, a forgórész átmérője pedig 20 méter, e tanulmány elkészülte idején az egyedi teljesítmény elérte az 5000 kW-ot, a legnagyobb lapátméret pedig már 100 m, de egyes off-shore prototípusok még e szinteket is felülmúlják. A berendezések technológiai háttérének fejlődésével és méreteik drámai növekedésével egyidejűleg gyorsan nőtt a gyártott mennyiség is, ami a méretgazdaságosság javulásával olyannyira csökkentette a szélturbinák által termelt energia fajlagos költségét, hogy egyes nagy kapacitású szárazföldi szélturbina-parkok már ár tekintetében is megközelítik a legolcsóbb fosszilis alternatívának tekinthető kombinált ciklusú gázerőműveket. Emellett a mechanikai zajt csaknem

teljesen sikerült kiküszöbölni, és nagymértékben csökkent az aerodinamikai hangterhelés is. A szélturbinák igen megbízhatóak, az év 98%-ában működtethetők, amihez fogható rendelkezésre állási képesség egyetlen más áramfejlesztő technológiánál sem tapasztalható.

Jelenleg a partmenti vizek szélturbináinak bővülő piaca a nagykapacitású berendezések fejlesztésének fő hajtóereje, hiszen ilyen szélkerék-farmok üzemelnek Dánia, Svédország, Írország, Hollandia és az Egyesült Királyság partjai mentén. Bár ma még ezen a téren mind az alaplétesítmény, mind a hálózati csatlakozás költségei okoznak problémát, a nagyobb átlagos szélesebbség, az élettartamot fokozó kisebb turbulencia és az elhelyezkedésből fakadóan mérsékelt tájvédelmi követelmények, nemkülönben a gyakorlatilag korlátlanul rendelkezésre álló szélenergia rendkívül vonzó előnyt kínálnak e megújuló energiaforrás hasznosítói számára. A csoportosan működtetett szélturbina-farmok telepítését korlátozó tényezők között az adott terület tulajdonosi viszonyai, a szélkerekeknek az utakhoz és a felső vezetékekhez viszonyított elhelyezkedése, lakóházak és iskolák közelsége, valamint természeti szempontok emelhetők ki. Ezek ismeretében hozzá lehet fogni a szélturbinák megtervezéséhez. Ennek során az általános célkitűzés a villamosenergia-termelés maximalizálása, illetve az infrastruktúra, az üzemelte-

tési és a karbantartási kiadások, valamint a közösségi/környezeti hatások minimális szinten tartása. A tervezett létesítmény illeszkedését az adott tájba az erre a célra kifejlesztett szoftver segítségével lehet megjeleníteni, lehetőséget adva a tervezők számára, hogy e tekintetben is a legkedvezőbb változatot választhassák ki.

A turbinákon kívül a szélkerékfarm fő részei: a tornyot tartó alapépítmény; a bekötőutak és a termelt áramot a hálózatba juttató villamos távvezeték. Egy 10 MW teljesítményű szélkerékfarm két hónap alatt minden további nélkül felépíthető, az általa termelt áram elegendő 4000 átlagos európai család fogyasztásának fedezéséhez. Működés közben a szélkerékfarm távolról is felügyelhető és irányítható. A karbantartási munkákkal 20–30 turbina esetében egy kétfős mobil egység is megbirkózik.

A szélerőművek termelte energia továbbítása és szétosztása

A szélerőművek hatékony integrálása az európai villamos továbbító és elosztó hálózatba kulcsfontosságú stratégiai elem e technológia térhódításához. E terület tárgyalása során műszaki, gazdasági és hatósági szempontok játszanak fontos szerepet. A három legfontosabb kérdés: a hálózati csatlakozás, a hálózat üze-

meltetése és fejlesztése, valamint az új energiatermelő kapacitások tervezése. A szél hasznosítása révén folytatott villamosenergia-termelés gyors terjedése számos kérdést vet fel az elektromos hálózatok üzemeltetői számára:

- A szélkerékfarm kimeneti teljesítménye bizonyos mértékben függ az időjárástól és eszerint változó.
- A szélerőművek gyakran az elosztóhálózat végpontjánál kapnak helyet, miközben az európai villamos hálózatok többsége viszonylag kis számú, nagy kapacitású erőműre és az áramnak a központból a periféria irányába történő továbbítására épül.
- A szélkerék-technológia jelenlegi fejlettségi szintjén az így termelt villamos energia műszaki jellemzői eltérnek a hagyományos erőművekben előállított elektromos energia paramétereitől.

Egyébként a hálózatüzemeltetőknek nemcsak a szélerőművekkel összefüggésben kell az ilyen „decentralizált áramtermelést” kezelniük, hiszen környezetvédelmi megfontolások és a villamos energia piacának liberalizálása miatt általában fokozódó érdeklődés tapasztalható a kis volumenű helyi áramtermelés iránt, amihez a hálózat működtetése és fejlesztése során is igazodni kell.

A kihagyásokkal terhelt üzemelés kezelésénél a szélkerekek termelésének változékonysága

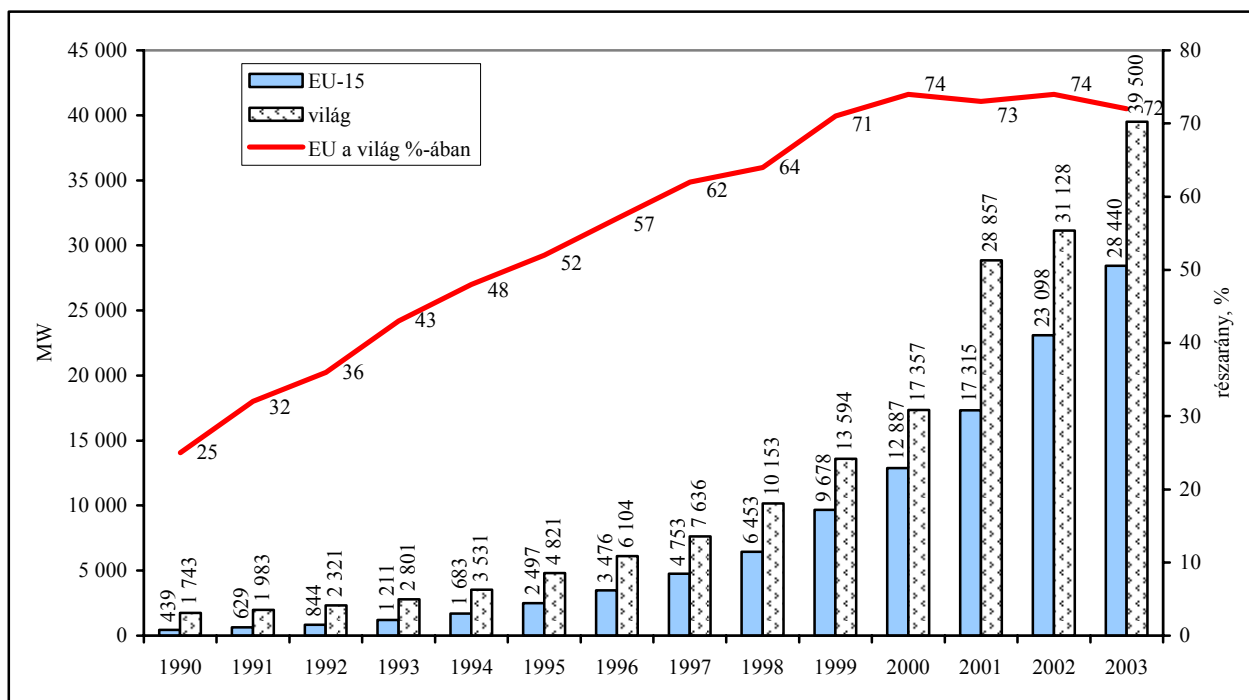
és gyenge előrejelezhetősége a központi probléma. Egy szélturbina esetében néhány perces időtartamon belül a termelt villamos energia mennyiségének változása kismértékű, ami egy nagyobb területen telepített szélkerékfarm esetében már csak néhány órán belül áll fenn. A hálózatüzemeltetőknek ezért megfelelő tartalékról kell gondoskodniuk. Ennek kapcsán számolniuk kell azzal, hogy a szélesebbé váló sebesség ma még csak bizonyos pontatlansággal prognosztizálható. Bizonyos szélerőmű-részarány felett ez már veszélyeztetheti a hálózat stabilitását, amit egybe kell vetni a szélenergia hasznosításából származó potenciális előnyökkel, valamint az adott hálózat helyi megerősítése és a követelményekhez jobban alkalmazkodni képes, változó sebességgel működő szélturbinák beiktatása ráfordításaival. A szélturbinák termelte villamos energia mennyiségi ingadozásait a hálózat üzemeltetői különféle technikákkal ellensúlyozhatják. Bőven rendelkezésre álló szélenergia esetén például más típusú, kisebb kapacitású egységeket kapcsolhatnak be a rendszerbe, de a szélturbinák terjedésével előtérbe kerülhet az előrejelzés tökéletesítése, bekötővezetékek beiktatása és a termelt energia tárolása is. E technikák segítségével, valamint a hálózat megerősítésével, illetve a szélturbinák földrajzilag elszórtabb telepítésével a szélerőművek gond nélkül beilleszthetők az európai villamos hálózatokba – anélkül, hogy emiatt romlana a szolgáltatás minősége.

Az utóbbi években a szél erőművek várható energiatermelésének előrejelzése terén is történt előrelépés. Megállapították ugyanis, hogy a helyszínen viszonylag rövid ideig végzett mérések adatai alapján is igen pontos teljesítmény-prognózis készíthető – feltéve, hogy kellőképpen figyelembe veszik a közeli meteorológiai állomások mérései közötti korrelációt is. Lényeges eleme a rendszernek a szél erő hasznosításával termelt energiának a hálózatba, majd a fogyasztókhoz juttatása is. A tapasztalat szerint hozzáértően kialakított keresleti és ellátási kombinációk segítségével a hálózatba nagyteljesítményű szél erőművek is mindenféle hátrányos hatások nélkül beilleszthetők. A Nyugat-Dániában működő Eltra rendszerben például a szükséges tartalék kapacitást helyettesítő bekövetővezetékeket iktattak be: Északon a nagy norvégiai vízi erőművek, Dél felé pedig Németország irányában, amivel 30%-ra tudták növelni a rendszerben a szél erőművek részarányát.

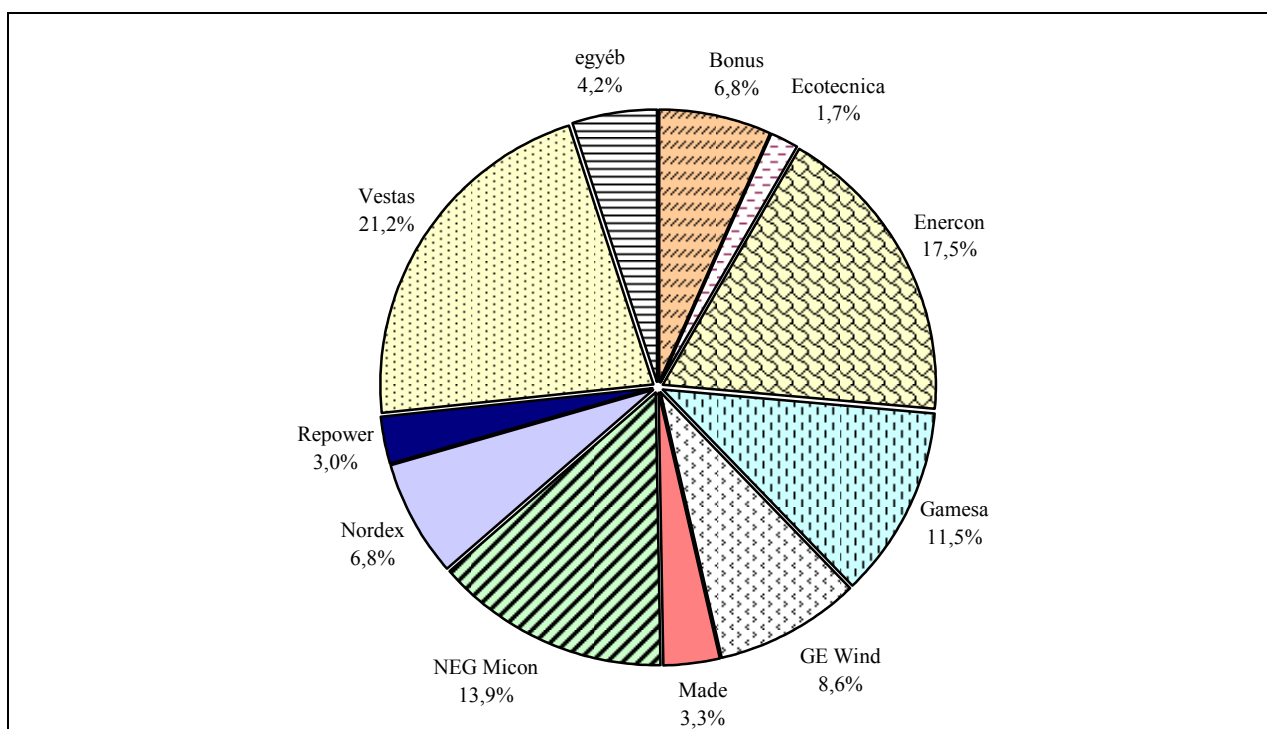
Ami pedig a szélenergetika ipari háttérét illeti, az utóbbi öt év folyamán ezen a területen is jelentős változások figyelhetők meg. Míg 5 évvel ezelőtt egy 20 MW-os szélkerékfarm már nagyteljesítményűnek számított, ma a legnagyobb ilyen szél erőmű kapacitása 278,2 MW, Spanyolországban pedig egyetlen finanszírozási program keretében összesen 1200 MW-nyi ilyen kapacitás létesül. A szélenerge-

tikai projektek méretei és a piac növekedésével új szereplők is megjelentek itt, köztük olyan nagy ipari konglomerátumok, mint például a General Electric és a Shell, valamint olyan hagyományos áramtermelők, mint a Siemens és az ABB.

A világviszonylatban gyorsan fejlődő szélenergetikai piacon Európa jár az élen. Az *1. ábrán* látható, hogy 2003 végén a világ 50 országában már közel 40 000 MW szél erőművi kapacitás üzemelt, amiből több mint 28 000 MW (70%) az EU-ban. Az elmúlt évtizedben Európában e piac bővülésének átlagos éves üteme elérte a 30%-ot. Eközben új piaci szegmens indult gyors fejlődésnek – az offshore szél erőműveké. Hollandia, Dánia, Svédország, Írország és az Egyesült Királyság partjai közelében eddig mintegy 500 MW-nyi szél erőművi kapacitás létesült, és a Douglas Westwood Világméretű Szél erőmű Adatbázis becslése szerint 2006-ig Észak-Európában további 9 000 MW kiépítését tervezik. A legnagyobb tervezett ilyen létesítmények Németország és az Egyesült Királyság balti- és északi-tengeri partjainál épülnek. Nem véletlen tehát, hogy a világ tíz legnagyobb szélturbinagyártója (*2. ábra*) közül kilenc Európában működik, és 2002-ben a világszerte értékesített ilyen kapacitás közel 90%-át kontinensünkön állították elő.



1. ábra Az EU-15 országaiban, illetve a világon összesen létesített szélenergia kapacitás 1990 és 2003 között



2. ábra A MW-méretű szélenergia kapacitást kibocsátó tíz legnagyobb vállalat 2002-ben

Európában a szélenergetika fejlődését olyan piaci ösztönzők is támogatják, mint a tisztább forrásokból nagy mennyiségekben termelt villamos energiára vonatkozó célkitűzés, elősegítendő az éghajlatváltozást serkentő üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését. Másutt, így például Indiában az általános energiahiány a fő hajtóerő, mivel a szélerőművek rövid létesítési időtartama versenyképességüket fokozó tényező.

Gazdaságosság, költségek és a foglalkoztatás

Ezt a témát a következő cikk járja körül alaposabban, de a leglényegesebbeket itt is érdemes összefoglalni. A hálózathoz csatlakozó szél-erőművek üzemeltetése során az utóbbi években kirajzolódó fontosabb trendek közül a következők említhetők:

- A turbinák méretei, köztük magasságuk is nőtt. Példának okáért a Németországban és Dániában létesített összes szélturbina átlagos egység-kapacitása az 1990. évi 200 kW-ról 2002-ben csaknem 1,5 MW-ra emelkedett.
- A turbinák hatásfoka javult. Az utóbbi 15 év folyamán a szél-erőművek magasságának fokozásával, jobb alkatrészek felhasználásával és a telepítés helyének kedvezőbb megválasztásával az általános energetikai hatásfok átlagosan évi 2-3%-kal nőtt.

- A beruházási költségek csökkentek. Ma egy kilowatt beépített szél-erőművi kapacitás beruházási költsége 900 és 1100 EUR között változik. A teljes költség körülbelül 80%-a a szélturbinához kapcsolódik.

További lényeges költségelem az üzemeltetés és a karbantartás, ami – a javítások és a biztosítás költségeit is beszámítva – a turbina teljes élettartamára kalkulálva az egy kilowattórára jutó teljes termelési költség mintegy 20–25%-át képviseli, becsült értéke 1,2 EURcent/kWh. A gyártók újabb konstrukciós megoldások alkalmazásával próbálják leszorítani ezt a költségelemet oly módon, hogy kevesebb karbantartásra és ennek eredményeként kisebb állásidőkre legyen szükség az üzemeltetés során. Egyébként a turbinák növekvő méretei is az üzemeltetési és a karbantartási költségek fajlagos csökkenését eredményezik.

Valamennyi költségelemet beszámítva, a szél-energia termelési költsége jelenleg (2003-as adatok szerint) igen jó szélesebbségviszonyok mellett üzemelő létesítményeknél 4–5 EURcent/kWh-ra, kisebb szél-erősség esetén pedig 6–8 EURcent/kWh-ra tehető. E számítás során 850–1500 kW-os, közepesnek mondható turbinateljesítményből, 900–1100 EUR/kWh-os fajlagos beruházási költségből, valamint 20 éves élettartammal számolva 1,2 EURcent/kWh üzemeltetési és karbantartási

költségből és évi 7,5%-os kamatlábból indulnak ki.

Ez utóbbi itt különösen fontos tényező, mivel – a vízi energiához hasonlóan – a szélenergia is igen tökeigényes, a teljes ráfordítás mintegy 75%-a közvetlenül a termelő kapacitás létesítéséhez kapcsolódik (földgázerőművek esetében ez általában 40–60%). A szélenergia működésének gazdaságossága ezért szorosan függ a kamatoktól.

A technológia fejlődésével a szélenergia termelési költségei folyamatosan csökkennek. Egy part menti szélenergia esetében például az érték 8,8 EURcent/kWh (a 80-as évek közepén felállított 95 kW-os turbinát véve figyelembe), míg egy mostani 1000 kW-os berendezésnél már csupán 4,1 EURcent/kWh, ami 15 év alatt több mint 50%-os költségcsökkenés. Némi időbeni kitekintéssel, a „tapasztalati görbék” módszerét alkalmazva további költségcsökkenés várható: eszerint a beépített teljes turbinakapacitás megkétszereződése mellett az új létesítményekben elérhető költségcsökkenés mértéke 9–17%. Feltéve, hogy a kapacitás kétszeres növekedésére öt év alatt kerül sor (amiből az EWEA is kiindul), 2010-re egy part menti szélenergia termelési költsége 3,1 EURcent/kWh körül valószínűsíthető.

A szélenergia fejlődése érezhető mértékben kedvezően befolyásolja a foglalkoztatást is. E szektornak a foglalkoztatásra gyakorolt hatásait tekintve, a közvetlen és közvetett, a berendezések gyártásának, létesítésének és karbantartásának hatásait is figyelembe véve az EU-ban az ezen a területen foglalkoztatottak száma az 1998. évi 25 000-ről mostanra már 72 000-nél is magasabb szintre nőtt, pedig e becslésnél a közösségen kívülre exportált berendezések foglalkoztatási kihatását nem is vették figyelembe.

Noha jelenleg a szélenergia gyártásához kapcsolódó foglalkoztatás három országban (Németország, Spanyolország és Dánia) összpontosul, az ipar további expanziójával e helyzet várhatóan módosul. Dániában egyébként ez az 1991-ben még csak 2900 főt foglalkoztató iparág 2002-ben már 21 000 embernek adott munkát – itt volt a legnagyobb mértékű a foglalkoztatás bővülése. Ami pedig a jövőt illeti, az EWEA 2020-ra már csaknem 200 000 foglalkoztatottal számol, ami kétszer haladja meg a világ többi részén várható szintet. Ez azt jelenti, hogy exportképességük megfelelő fejlesztésével a közösség tagállamaiban működő cégek jelentős hányadot szerezhetnek meg maguknak ebből a globális „tortából”.

Kutatás/fejlesztés, piaci mechanizmusok és ösztönzők

Az utóbbi 15 év folyamán az EU által finanszírozott kutatási és fejlesztési programok – mindenekelőtt az Ötödik Kutatási Keretprogram – jelentős impulzust adtak a szélenergetika fejlődésének. Az eredmények között a MW-os nagyberendezések mellett ki kell emelni (Nyugat)Európa most elkészült első szél-atlaszát, nemkülönben a megvalósított támogatási/demonstrációs projekteket is. Ez utóbbiak főként az off-shore technológia bemutatásában játszottak fontos szerepet. „Megteremtve egy tiszta energiára támaszkodó korszak tudásbázisát” címmel az EWEA nemrég adta ki első beszámolóját a jövő kutatási és fejlesztési céljairól [2]: további költségcsökkentés; a szélenergia hasznosításának kiterjesztése; a környezeti és szociális hatások minimálisra csökkentése. Ennek kapcsán a legfontosabb kutatási irányok a következők: gazdaságosság; marketinggel kapcsolatos kérdések és szabályozási politikák; környezeti és társadalmi hatások; hálózati integráció; energiarendszerek és erőforrásvédelem; karbantartás/üzemeltetés; potenciális új telepítési körzetek felkutatása; off-shore technológia; több megawattos turbinák.

Mindaddig, amíg a hagyományos energetikához kapcsolódó externális, „külső” környezeti

költségeket nem építik be az árakba, a szélenergetikai fejlesztésekhez is valamilyen piaci ösztönzőkre és/vagy támogatási mechanizmusokra lesz szükség. Ennek kapcsán nem szabad szem elől téveszteni azt a körülményt, hogy a széntüzelésre, nukleáris üzemanyagra stb. alapozott konvencionális energiatermelési technológiák valamilyen formában továbbra is élveznek bizonyos állami támogatást, ami növeli a megújuló források kiaknázásával termelt energia piacra jutási költségeit is. A külső költségek beépítésének (internalizálásának) hatékony módja a tényleges környezeti költségeknek megfelelő harmonizált energiaadó rendszere lehet. Amíg azonban nem vezetnek be ilyen rendszert, a megújuló forrásokból termelt villamos energia előállítását piaci eszközökkel is ösztönözni szükséges, ahogy azt a 2001-ben a megújuló forrásokból előállított elektromos energia termelésének ösztönzésével kapcsolatos irányelv is előírta: rögzített átvételi árakon keresztül¹, vagy pedig az ún. fix mennyiségekre, indikatív célkitűzésekre alapozott rendszerben. A szélenergetika fejlesztése szemszögéből a szakszerű tervezés és a hálózatokhoz való korrekt hozzáférés mellett ez az ösztönzési pénzügyi keretprogram a piacfejlesztést alátámasztó legfontosabb tényező.

¹ A 2005-től hatályos hazai szabályozás szerint ez 23 Ft/kWh

A rögzített áras rendszerben az üzemeltetők egységnyi, megújuló forrásból termelt villamos energiáért fix átvételi árat kapnak, az ezzel összefüggő költségeket pedig az adófizetők vagy a fogyasztók viselik. Németországban például e „belépési tarifa” havonta kilowattóránként mintegy 1 eurócenttel növeli az átlagos fogyasztók villanyszámláját. Ez a rendszer Dániában, Spanyolországban és Németországban különösen vonzónak bizonyult a szélenergetikai fejlesztésekre vállalkozók számára, de működik ilyen szabályozás Ausztriában, Franciaországban, Görögországban, Luxemburgban, Hollandiában és Portugáliában is.

A „megújuló kvóta” néven is ismert, fix mennyiségekre alapozott rendszer arra a célkitűzésre épül, amit az adott kormány meghatározott időszak folyamán el kíván érni a megújuló forrásokból termelt villamos energia részarányát illetően a teljes felhasználáson belül. Ami az árakat illeti, ebben a rendszerben ezt a piaci erők alakítják ki. Írországban például az ilyen módszer szerint kiírt pályázatok keretében korlátozott számú szerződés elnyerésére lehet licitálni, a „zöld tanúsítványokra” épülő megoldásnál pedig a megállapított kvótát a megújuló forrásokból termelőket megillető, értékesíthető tanúsítványok kiadásával töltik ki. Ilyen rendszerek bevezetésén dolgoznak jelenleg Nagy-Britanniában, Svédországban, Belgiumban és Olaszországban is. Mindazonáltal ez

a megoldás még kiforratlan, távlati finanszírozó képessége még nem bizonyított.

A szél erőművek és a közvélemény

A szél turbinák működéséhez alig kapcsolódik a környezetre káros kibocsátás, legfeljebb gyártásuk, karbantartásuk és lebontásuk során kerül bizonyos mennyiségű szén-dioxid a levegőbe, a többi szennyező anyag (SO₂, NO_x és PM10) tekintetében pedig a fosszilis fűtőanyagokétól messze elmarad ez a káros hatás. Erre utal az Európai Bizottság által kezdeményezett vizsgálat [3] is, amely az energiával összefüggő externális költségek elemzése során megállapította, hogy a szélenergia hasznosításával előállított áram 1 kWh-jához 0,26 eurócentre becsülhető külső környezeti költség rendelhető, míg széntüzelésű rendszerek esetében ez 2–15 eurócent is lehet. A szélenergia gazdaságosságának megítélése során ezért az általa elkerülhető külső környezeti költségeket is számításba kell venni. Az EWEA által kialakított tervszámokat alapul véve a 2020-ban előreláthatólag hasznosított 425 TWh szélenergia révén 25 milliárd EUR nagyságú külső költség lesz elkerülhető. Csupán a CO₂-t vizsgálva, 2000-ben a szél erőműveknek köszönhetően 28 európai országban közel 15 millió tonnával volt kevesebb ez az éghajlatváltozást

gyorsító káros kibocsátás, mint ezek nélkül lett volna.

Talán a megújuló energiák hasznosításából származó előnyök megfelelő kommunikálása is szerepet játszhat abban, hogy számos nyugat-európai országban, köztük Spanyolországban, az Egyesült Királyságban, Dániában, Németországban és Svédországban lefolytatott közvéleménykutatások eredményeinek összegzése alapján megállapították, hogy az emberek kedvezően fogadják a megújuló energiát, különösen, ha annak hatásait a fosszilis fűtőanyagokéival vetik egybe. Németországban például egy 2002-ben végzett felmérés szerint a megkérdezettek 80%-a támogatta azt, hogy növeljék az energiafelhasználásban a szélenergia részarányát. Mint kiderült, a szélturbinák üzembe állását követően a helybeliektől jövő támogatás fokozódik, különösen abban az esetben, ha létesítésüket szakszerű, a táj adottságait jól figyelembe vevő tervezés előzi meg, és a program megvalósításába bevonják a környék lakóit is. Dániában közel 150 000 családnak van szélturbinája, vagy birtokol szélerőmű-szövetkezetekben tulajdoni részesedést.

A szélkerekek viszonylag új elemei az európai tájnak, és jelenlétük a telepítés kiterjesztésével mindinkább szembetűnővé válik. Elfogadtatásuk és a helybeliekkel folytatott konzultáció ezért az értékes természetes tájegységekkel

rendelkező vidéki körzetekben különösen fontos. Jó eredmény e tekintetben akkor érhető el, ha előzetesen világosan felméri a javasolt szélkerékpark várható környezeti hatásait, és kellőképpen ismertetik ezek megelőzésére/csökkentésére hozandó intézkedéseket is. Egyébként amikor a létesítmény elkészül, körzetében ugyanúgy folytathatják a mezőgazdasági tevékenységet, mint azelőtt.

Mindazonáltal a mégoly környezetbarát szél-erőműveknek is vannak környezeti hatásai: a szélkerekek látványa, zaja, a madarak veszélyeztetése, az elektromágneses zavarok, az élettartamuk folyamán felhasznált energia és a földhasználat módja tekintetében. A madarak zavarása erősen függ a környék jellegétől, ez főként ütközés miatti madárpusztulásban és a vándorlási útvonalak zavarásában ölt testet. A tanulmány keretében folytatott vizsgálatok szerint az ütközés meglehetősen ritka – az USA-ban például az emiatt évente elpusztuló madarak számát 33 000-re becsülik, ami a 15 000-re tehető számú szélturbina mindegyikére átlagosan évi 2,2 ilyen végzetes esemény. Spanyolországban ez a szám turbinánként évi 0,13. Összehasonlításként szolgálhat, hogy becslés szerint az USA-ban évente 100–1000 millió madár pusztul el gépjárművekkel, épületekkel, távvezetékekkel és más építményekkel történő ütközés következtében, így a szélkerekek „csak” minden 5–10 ezredik madárpusztu-

lásért hibáztathatók. Világméretben a mádrvilágot fenyegető veszélyek mintegy 99%-a emberi tevékenységekhez kapcsolódik, ezek közül a legkomolyabb az élőhelyek elvesztése. A 15–20 évvel ezelőtt, még nem megfelelően telepített szélkerékfarmok egyébként több mádrpusztulást okoztak, mint manapság, de még a korszerű turbináknál is van e tekintetben kutatni való. Ha telephelyüket gondosan, például a vándorlási útvonalakat elkerülve határozzák meg, e probléma csaknem teljesen ki is küszöbölhető.

Az EWEA által felvázolt forgatókönyv [4] szerint két évtizeden belül a szél hasznosításából származó energia képes lesz fedezni az emberiség villamosenergia-szükségletének mintegy 12%-át – még akkor is, ha a teljes igény eközben kétharmadával tovább nő. E forgatókönyv megvalósításához azonban a szélerőművek fokozott politikai támogatására lenne szükség, amelynek eredményeként a 2020-ra létesülő 1200 GW-nyi kapacitás évente 3000 TWh villamos energiát állíthatna elő. Összességében ennek köszönhetően

közel 11 000 millió tonna CO₂ kibocsátását lehetne elkerülni, miközben a 75 milliárd eurót is elérné a szélenergetika révén elért megtakarítás.

Összeállította: Dr. Balog Károly

Irodalom

- [1] Gardner, P.; Garrad, A. stb.: Wind energy – the facts, an analysis of wind energy in the EU-25. = http://www.ewea.org/06projects_events/proj_WEFacts.htm
- [2] EWEA: Wind energy R & D strategy. = <http://www.ewea.org/index.php?id=32>
- [3] ExternE – externalities of energy, a research project of the European Commission. = <http://www.externe.info/>
- [4] GWEC (Global Wind Energy Council): WIND FORCE 12 – a blueprint to achieve 12% of the world's electricity from wind power by 2020. = http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WF12/wf12-2005.pdf