

SZÉLTURBINÁK

A klímavédők által leginkább preferált szélenergia hasznosítása olyan energiatermelési lehetőség, amelynél – legalább is a működése során, elvileg – nem lép fel környezetkárosítás és üvegház-gázok kibocsátása. A leggyakrabban használt szélenergia típusnál háromlapátos szélturbina helyezkedik el 30-40 emeletnyi (100-120 méter) magas torony tetején, ahol már viszonylag nagy a szélsébség. Mivel a szél energiasűrűsége nagyon kicsi, akkora szélturbinákkal lehet csak elfogadható mennyiségű villamos energiát termelni, ahol egy-egy lapát mérete csuklós autóbuszhoz hasonló.



A legtöbb szélturbina típusnál a villamos energia termelés minimum 2,5 – 3,5 m/sec (kb. 9 – 12 km/óra) szélsébség felett indul be, és akkor éri el a névleges teljesítményét, ha a szélsébség legalább 8 – 12 m/sec (28 – 44 km/óra) körül van. A szélsébség további növekedésekor a teljesítmény nem növekszik, gyakran még csökken is. 20-25 m/sec (72-90 km/óra) szélsébség felett pedig a turbinát biztonsági okból le kell állítani, a szél lapátokat szélirányba be kell fordítani. Ha a megnövekedett szélsébség igazi nagy vihar előjele, mennydörgéssel, villámlással, számítani lehet arra, hogy a turbina lapátokat villámcsapás érheti. Télen pedig működési problémát okozhat hóesésben, vagy ónos eső esetén a turbina lapátok jegesedése.

Magyarország adottságai szélenergia szempontjából nem túl kedvezőek. A Kárpát-medencébe a hegyeken keresztül a szelek úgynevezett szélkapukon tudnak betörni, ezért általában a hegységek felől a medence belseje felé fújnak. A hegységek védő-árnyékoló hatása miatt a jellemző átlagos szélsébség mindössze 2-4 m/sec, ez sokkal kisebb, mint Európában tőlünk nyugatra. A szélturbinák magasságában azonban már előfordul 5-10 m/sec szélsébség, így – kedvező esetben – a turbina képes lehet kifejteni a névleges (maximális) teljesítményét.

Mint említettük, a szél energiasűrűsége nagyon kicsi, ennek egyik oka az, hogy a levegő sűrűsége (fajsúlya) köbméterenként mindössze 1293 gramm, kerekítve egy kilogramm és harminc deka. Ha például a szélsébség 10 m/sec, akkor egy köbméter levegő mozgási energiája mindössze kb. 65 Joule ($E=m \cdot v^2/2$).

Hasonlítsuk ezt össze mondjuk egy vízturbina képességeivel. Vegyünk alapul egy kis esésű „síkvidéki” vízerőművet, ahol a víz csupán kb. 10 méter szintkülönbséggel működteti a turbinákat. Egy köbméter víz tömege egy tonna, ennek súlyereje kb. 10 ezer Newton. Tíz méter szintkülönbség esetén egy köbméter víz potenciális energiája kb. 100 ezer Joule, ez nagyjából másfél ezerszer nagyobb, mint a fentebbi példa szerinti szél mindössze 65 Joule energia tartalma.

Ráadásul áramtermelésre a víz energiájának legalább 95 százaléka hasznosítható, szemben a szélenergiával, amelynek hasznosítható hányada az 50 százalékot sem éri el.

Bár a szél „ingyen” fúj, a szélenergia mégis az egyik legdrágább villamos energia. A „versenyképessége” annak köszönhető, hogy az államok ehhez óriási támogatásokat nyújtanak az adófizetők pénzéből. A hatalmas költség oka többért. Egyrészt az időjárás viszontagságainak fokozottan kitett szélenergia-erőművek élettartama viszonylag rövid, mindössze 15-20 év körül van, a beruházás költsége pedig az élettartam alatt megtermelhető és ténylegesen hasznosítható villamos energiához képest magas. Ugyancsak magas a javítási-karbantartási költség, és magas az erőmű tönkremenése után a bontás, valamint a hátramaradó hulladékok kezelésének a költsége is. Van ezen kívül még egy nem csekély járulékos költség. Ez abból származik, hogy a véletlenszerűen ingadozó teljesítményű szélturbinák

folyamatosan „rángatják” a villamos hálózatot, és az így fellépő instabilitás kiszabályozása gyakran többbe kerül, mint maga a megtermelt áram. Természetesen ezt a költséget is a fogyasztók és az adófizetők fizetik meg.

Ami a beruházás költségét illeti, ennek személtetésére érdemes megnézni, hogyan készül például egy 2-2,5 megawattos szélörvény kb. 2 ezer tonnás vasbeton alapozása. A beton alap területe általában 250-300 négyzetméter, a beton lap vastagsága pedig 3-3,5 méter, amelyből kb. fél méter áll ki a talajszint felett.



Ami a működő szélörvényeket illeti, az évek múlásával egyre többet kell költeni ezek karbantartására és a javításokra, kötelező átvételi támogatást azonban legfeljebb 10-15 évig kapnak. Ezt követően igazi „szabadpiaci” körülmények között versenyképességről már nem is lehet beszélni. A beruházó cég az állami támogatás megszűnésekor gyakran csődöt jelent, és jogutód nélkül eltűnik a gazdasági élet sűrűjében, a magára hagyott szélörvény azután majd előbb-utóbb magától összedől. Gazdátlan, dűledező szélörvényeket látni például – turisták beszámolója szerint – egyes tengerpartok közelében.

A szélörvények működésével kapcsolatban két probléma szokott felmerülni. Az egyik, ha nem nagyon fúj a szél, a másik pedig, mint már említettük, ha nagyon fúj. Ilyenkor a szélturbinát sürgősen le kell állítani, és a lapátokat olyan helyzetbe kell állítani, hogy minimális legyen a légellenállása. A kialakuló torló nyomás ugyanis a szélsébség négyzetének arányában növekszik.

Váratlanul felerősödő szélroham esetén, amikor nincs idő elég gyorsan intézkedni, előfordulhat, hogy a széltorony nem képes ellenállni a terhelésnek és összedől, vagy ha „állja a sarat”, a turbina túlságosan felpörög és akkora áramot generál, hogy túlmelegszik és leég.



Bár hasonló balesetek az élettartam vége felé egyre gyakoribbak, a média nagyon ritkán ad ezekről hírt, az ilyen kellemetlenségeket nem illik nagy dobra verni.

A nagyobb (megawatt nagyságrendű) teljesítményű szélturbinák rotor átmérője általában 60–90 méter között, a névleges fordulatszámuk pedig a rotor átmérőtől függően percenként 15 és 35 között van. A rotor kerületi sebessége, vagyis a lapátok végének a sebessége akár 250-300 km/óra lehet. Ennek ellenére – a fő sodrású média szerint – állítólag nem okoz kárt a madarakban és bogarakban.

A valóság azonban nem ennyire vidám. Számos beszámolót ismerünk, amikor sirályok, denevérek, méhrajok estek tömegesen áldozatul a szélturbináknak, főleg tengerpartok közelében.

Magyarországon a zöld mozgalmak részéről gyakran hangzik el olyan javaslat, hogy állítsuk le 2000 megawattos paksi atomerőművet, és helyettesítsük szélenergiával.

A szóba jöhető 2 megawatt névleges teljesítményű szélerőművek kapacitás kihasználtsága azonban legfeljebb 15% körül lehet. Emiatt 2000 megawatt nukleáris kapacitás helyettesítésére legalább 12000 megawatt szélturbina kapacitást kellene kiépíteni, ez mintegy 6000 darab szélturbinát jelent.

Egy ilyen szélerőmű rotor átmérője általában 80-90 méter, hatáskeresztmetszete 5000-6000 négyzetméter körül van. 6000 darab szélturbina összes hatáskeresztmetszete 30-36 millió négyzetméter. Olyan ez, mintha építenénk egy 300-360 km hosszú, 100 méter magas szélfogó falat, ennek lehetséges hatása a széljárásokra kiszámíthatatlan.

További probléma a megtermelt áram tárolása. Hagyományos akkumulátorok nem jöhetnek szóba, hiszen például a paksi atomerőműben egyetlen óra alatt megtermelt villanyáram tárolása akkora tároló kapacitást igényelne, amely megfelel mintegy 4 millió darab hagyományos 12 voltos 50 amperórás gépkocsi akkumulátornak. Márpedig a biztonság kedvéért legalább 10-15 napos villamos energia igény tárolására lenne szükség.

A vízszintes tengelyű három lapátos szélerőművek mellett kifejlesztettek kisebb teljesítményű vertikális szélturbinákat is, ezek számos változata ismeretes.



Ezek előnye, hogy a működésük független a széliránytól, és az is, hogy a legfontosabb műszaki berendezések a talajszint közelében helyezkednek el, kevésbé vannak kitéve az időjárás károsító hatásainak, a javításuk, karbantartásuk egyszerűbb és olcsóbb.

Bár a szélenergia hasznosítása nem fogja megoldani az emberiség energia problémáit, bizonyos mértékű hasznosításuk indokolt lehet. Előnyös lehet például kis teljesítményű olyan szélturbinák alkalmazása, amelyek nem kapcsolódnak az országos hálózatra, hanem a termelt energiát helyben használják fel családi házak, farmok, vagy egyéb létesítmények ellátására, főleg olyan földrajzi területeken, ahol az elektromos hálózatra való csatlakozás nehézségbe ütközik. Ezeknél az áramellátás biztonsága érdekében érdemes lehet kombinálni más „megújuló” energiákkal, így napenergiával és biogáz generátorok alkalmazásával.

Mint minden villamos erőmű esetén, a szélerőműveknél is a teljes életciklus három részre osztható. Az első a beruházás ciklusa, amikor az erőmű még nem termel áramot, viszont hatalmas költséggel és környezetterheléssel jár. A második az üzemszerű működés ciklusa, amikor a szélerőmű – hazai széljárási adottságok mellett – átlagosan 15% kapacitás kihasználtsággal működik. Ebben az időszakban – az idő múlásával – egyre nagyobb költséggel jár a szélerőmű rendszeres javítása, megelőző karbantartása (TMK). A harmadik ciklus az, amikor már a szélerőmű működésképtelen, befejezte a pályafutását, meg kell szabadulni a hátramaradó hulladékoktól, és lehetőség szerint helyre kell állítani a környezet megelőző állapotát. Ezen ciklus esetén a költség és környezet terhelés összemérhető lehet beruházási első ciklussal. Sajnos ezen harmadik ciklusra nem mindig kerül sor, ilyenkor már nincs állami támogatás, a létesítmény tulajdonosa pedig nem képes fedezni a „romeltakarítást”.

Mindent összevetve, ha az átlagos 15% kapacitás kihasználtsággal 15-25 év alatt megtermelt villanyáramhoz viszonyítjuk a felmerült összes költséget, a környezet terhelést és a káros anyag kibocsátást, az eredmény nem sokkal jobb, mint egy gázturbinás erőmű esetén, azzal az eltéréssel, hogy ez utóbbi akkor termel áramot, amikor arra tényleg szükség van. Ezzel szemben a kiszámíthatatlan működésű szél erőmű által okozott hálózati instabilitások kiszabályozása olyan további költséggel és környezetterheléssel jár, amit már az adófizetők és a fogyasztók fognak finanszírozni.

2020. március

Dr. Héjjas István

Irodalom

Kádár Péter: Szélturbinák villamosenergia termelése, Mérési útmutató, BMF KKV VEI, 2006.

<http://vei.kvk.uni-obuda.hu/meresek/szelturbina.pdf>

Széljárások Magyarországon

<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/a-mezogazdasagi-termeles-fobb-okologiai-tenyezo/magyarorszag-eghajlatanak-jellemzese/eghajlati-tenyezok-magyarorszagon-szel>

Hatósági előírások szél erőművekre

http://www.magasbakony.hu/szeleromu/szeleromu_tajekoztato_2005.pdf

Hazai szél erőművek listája

https://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarorsz%C3%A1gi_sz%C3%A9ler%C5%91m%C5%B1vek_list%C3%A1ja

Egyre drágább a szél erőművek üzemeltetése Magyarországon

<https://www.origo.hu/gazdasag/20180403-szeleromuvek-uzemeltetese-magyarorszagon.html>

Észak-dunántúli szél erőmű beruházás adatai

<http://blender.hu/windturbine/madat.pdf>

Becslések szerint évente 50 szél erőmű épít le Németországban

<https://www.alternativenergia.hu/evente-50-szelturbina-eg-le-nemetorszagban/85962>

Szélenergia és természetvédelem, A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Természetvédelmi Hivatala, 2005.

http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Taj/Sz%C3%A9lenergia_%C3%A9s_tv_08.pdf

Szél erőmű balesetek

<https://megujulok-maskent.blog.hu/2013/04/29/szelbaleset>