

Phare



**CSINÁLJUK JÓL!**

**VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS  
SZÉLENERGIÁVAL**



**JOULE-THERMIE**

A "LEGJOBB GYAKORLAT" (BEST PRACTICE) MAGYARORSZÁGI BEVEZETÉSÉNEK MÓDSZERTANA A FEMOPET PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL LETT MEGALAPOZVA

Kiadványunk akkor sikeres, ha elindít egy olyan folyamatot, amely a költséget nem, vagy csak szerény mértékben igénylő javításokkal kezdődik és eljuthat az egész rendszer modernizálásáig. Kérjük, ossza meg velünk gondolatait a kiadványról, a fejlesztési lehetőségekről, az Ön előtt tornyosuló akadályokról, terveiről. Ígérjük, hogy segítünk az akadályok leküzdésében, fejlesztési lehetőségeik határainak bővítésében, partner keresésében.

**Tisztelettel kérjük, hogy szánjon pár percet munkánk értékelésére!**

- ▶ *Véleménye szerint tudja-e hasznosítani a leírtakat?*
- ▶ *Ajánlja-e a kiadványt valakinek a figyelmébe?*
- ▶ *Hasznosnak találta-e a kiadványt, jutott-e új, érdemi információhoz (ha nem, akkor mélyebb szakmai információt vár-e)?*
- ▶ *Vár-e energiamegtakarítást saját környezetében a kiadványban megismertek alapján, ha igen, mennyit?*

**Mondja el véleményét**

*levélben: Energia Központ, H-1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 76.;*

*e-mail-ben: office@energycentre.hu;*

*faxon: 1 303 9065 vagy telefonon: 1 303 9067.*

*Előre is nagyon köszönjük ránk szánt idejét és erőfeszítését!*

*Az Energia Központ munkaközössége*

## **FEMOPET**

Az Európai Közösség Bizottságának Energia Főigazgatósága 1992-ben hozta létre az OPET (Organisations for the Promotion of Energy Technology /Szervezetek az Energia-technológia Előmozdítására) hálózatot az Európai Közösség tagországaiiban. A hálózat célja, hogy elősegítse a Közösségben a modern technológiák piaci térhódítását és csökkentse Európa energiafüggőségét. Az OPET-hálózat Európa-szerte alapvető szerepet játszik abban, hogy ösztönözze az új energia-technológiák megvalósítását és kihasználását, olyan hatékony rendszert kínálva, amelyhez kapcsolódva hozzáférhetővé válnak az új energia-technológiák európai tapasztalatai.

*A FEMOPET hálózatot, az OPET-hálózat társtagjaként 1998-ban hozta létre az EU Bizottság Közép-Európa EU társult tagországaiiban, melynek tagja a FEMOPET Hungary Energy Centre (Energia Központ), a „Csináljuk Jól!” sorozat kiadója is.*

## Tisztelt Olvasó!

Kiadványunk egy sorozat, az Európai Unióban „Legjobb gyakorlat” (Best Practice) néven ismert sorozat része. Célja, hogy megismertesse a hazai szakmai közvéleménnyel és gazdálkodó szervezetekkel az alkalmazható és alkalmazott korszerű energiahatékony és megújuló energiaforrást hasznosító technológiákat. Mivel a gazdaságban általában, de különösen az ún. energiaintenzív szektorokban az energia-költségek részaránya és abszolút értéke állandóan nő, az energiahatékony és a megújuló energiaforrást hasznosító technológiák gazdaságos alkalmazása jelentős mértékben csökkentheti a gazdálkodó szervezet működési költségeit, fokozva ezzel a versenyképességet és elősegítve a környezetvédelmet.

Az elméleti okfejtések helyett elsősorban gyakorlati tanácsokat szeretnénk adni azoknak, akik a szélenergia alkalmazását fontolgatják.

Az Energia Központ arra vállalkozott, hogy bevezesse és elterjessze hazánkban a „Legjobb gyakorlat” módszerét, hogy az napi gyakorlattá váljon minél több szektorban és technológiára vonatkozóan, beleértve a megújuló energiaforrások hasznosítását is. A „Legjobb gyakorlat” módszere stratégia készítésére és egy-egy konkrét technológia elterjesztésére egyaránt alkalmas, a „bench-marking” technikát alkalmazva:

- ◆ felmérjük a szektor és a technológia jelenlegi hazai helyzetét;
- ◆ áttekintjük a nemzetközi gyakorlatot;
- ◆ megvizsgáljuk a hazai alkalmazás lehetőségeit, figyelembe véve a jogi, szabályozási, pénzügyi környezetet;
- ◆ gyakorlati javaslatokat teszünk a hazai megvalósítás érdekében;
- ◆ esettanulmányokon keresztül igyekezünk bemutatni néhány gyakorlati alkalmazást.

Reméljük, hogy sorozatunk hozzájárul a „Legjobb gyakorlat” hazai elterjedéséhez és ezáltal a gazdálkodó szervezetek hatékony és környezetbarátabb gazdálkodásához.

A Szerkesztők

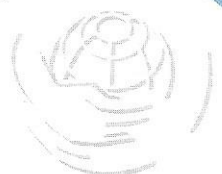
## 1. Bevezetés

### Haszon és magartartás

Ha azt kérdezné valaki, miért is készül el egy technológiát népszerűsítő kiadvány olyan országban, ahol az adott technológia előnyeinek kihasználása rendkívül korlátozott – bizonyosan nehéz lenne megválaszolni, ha nem állna rendelkezésre az elmúlt évek politikai, kutatási, megvalósítási tapasztalata, mely piaci áttörést eredményezett a szélenergia hasznosításában – az európai uniós tagországok megvalósult projektjei és a szabványok kidolgozása révén.

A technológia megérett arra, hogy egy olyan nemzet, amely eddig jóformán semmit nem költött a lehetőségek felmérésére, legalább mérlegelje: mit veszít, ha fel sem méri a technológiailag és piaci szempontból alaposan kidolgozott – és ezért kockázatmentes technológiák bevezetésének lehetőségeit.

Az EU felvállalta, hogy 2010. után energiatermelésének 12%-a a megújuló energia hasznosításán fog alapulni. De hogyan állunk MI, akik ekkorra már teljes jogú tagállammá szeretnénk válni? Jelenleg, a megújuló energia hazai hasznosításának részaránya – optimális becslések alapján – 3–4% körül van. Joggal felmerül a kérdés: mi fogja adni a mozgatóerőt ekkora változáshoz? Egyértelmű, ha ezt a részarányt növelni akarjuk, akkor elsősorban a számunkra nagyobb potenciált jelentő megoldásokat kell tömegesen elterjesztenünk – az európai energiapolitika elsődlegesen a biomassza felhasználását helyezi előtérbe, ennek tömeges elterjesztése pedig segít majd a kedvezőbb költséghatékonyág elérésében. Ez a közgazdaság-politikai megfontolás nyilván helytálló. Ezért is kapott kiemelt helyet a magyar energiapolitikában a biomassza és a napenergia hasznosításának növelése, mint kedvező lehetőség. Ugyanakkor olyan környezetben, ahol a piacgazdasági és szabályozási feltételek alapvetően nem kedveznek a megújuló energia hasznosítások elterjedésének, hangsúlyossá válnak más megközelítések is. Ahhoz, hogy közgazdaságilag megfelelő szabályozás alakuljon ki, szemléleti változásra van szükség az árrendszer tekintetében. Másrészt a megújuló energiaforrások hasznosításának műszaki, jogi, társadalmi elfogadásához és megfelelő társadalmi támogatottságához a jelenleginél sokkal világosabbá kell tenni magát a megvaló-



EU-kampány: a szélenergia hasznosítása 1999–2003

Piac/ alkalmazás/ technológia	Becsült telepített kapacitás (MW)	Kam- pányban részaránya (%)	Terület típusa	Becsült telepített kapacitás (MW)	Kam- pányban részaránya (%)	Átlagos egység költsége (euro/kW)	Teljes beruházás (milliárd euro)	Szereplők
Magántulajdonú szélfarmok (<2MW)	450	4,5	Szigetek	150	1,5	1000	0,15	Farmerek, kisközösségek, önkormányzatok
			Elszigetelt területek	150	1,5	1000	1,15	
			Kis szélesebségű területek	150	1,5	800	0,12	
Kiskereskedelmi szélfarmok (<5 MW)	1000	10	Szigetek	300	3	1000	0,3	Közösségek, ipari vállalatok, befektető csoportok
			Elszigetelt területek	300	3	1000	0,3	
			Kis széleb. területek	200	2	800	0,16	
			Határ területek	200	2	1000	0,2	
Nagykereskedelmi szélfarmok (<5–100 MW)	4500	45	Tengerparti	1000	10	1250	1,25	Független áramtermelők
			Határ területek	1000	10	1000	1,0	
			Hálózattól távoli	1500	15	1000	1,5	
			Kis szélesebségű	1000	10	800	0,8	
Szolgáltatói tulajdonú (<5–100 MW)	3000	30	Tengerparti	1500	15	1250	1,875	Villamos- energia- szolgáltatók
			Határ területek	500	5	1000	0,5	
			Kis szélesebségű	500	5	800	0,4	
Egyéb (dízel, telekommunikációs hibridek)	1000	10	Szigetek	600	6	1300	0,78	Önkormányzatok, telekommunikációs vállalatok, szél- generátor gyártók
			Elszigetelt területek	400	4	1300	0,52	
Fejlesztésből és tesztelésből adódó	50	0,5	Tesztterületek	50	0,5	2000	0,1	Szélgenerátor gyártók
<b>Összesen</b>	<b>10 000</b>	<b>100</b>		<b>10 000</b>	<b>100</b>		<b>10,1</b>	

Forrás: European Commission DGXVII: Campaign for take-off.

sítási folyamatot és annak társadalmi következményeit. A szélenergia-hasznosítás ily módon nem csak egy a lehetséges energiatermelési módok közül, aminek szerepe energiatermelési potenciáljával, a beruházás megtérülési idejével mérhető, hanem sokkal több annál. Olyan eszköz, amely a környezetbarát energiatermelésen túl, jelenlétével nagyban hozzájárulhat a megújuló energiaforrások hasznosításának elfogadásához.

## 2. Európai háttér

### Bevezetés

Az Európai Közösség 1997-ben kiadta a megújuló energiaforrásokról szóló ún. fehér könyvét. A fehér könyv ajánlása szerint 2010-re a Közösségben 12%-ra kell növelni a megújuló energiaforrások arányát. Ez azonban (egyenlőre) nem jelent jogi kötelezettséget sem a tagországok, sem a társult országok számára. A cél elérését támogatandó, a megújuló energiaforrással termelt villamos energia átvételét szabályozó direktívát dolgoztak ki, és egy olyan programot, amelyek támogatásával 100%-ban megújuló energiát hasznosító közösségek jönnének létre. A fehér

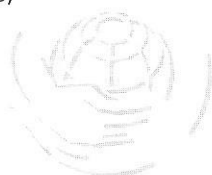
könyv és a klímavállalások megvalósítását kívánja elősegíteni az Európai Közösség legutóbbi kampánya, melynek keretében 2003-ig kellene a stratégiákat kidolgozni 30 Mrd euro-nyi beruházásra, amelynek 75–80%-a magánbefektetés lenne.

E globális cél elérésében komoly szerepet szánnak a szélenergia-hasznosításnak (ld. 1. táblázat).

A szélenergia-hasznosítás környezeti szempontból azért is kiemelkedő fontosságú, mivel szélturbinák gyakorlatilag nem állítanak elő üvegházgázokat. Ugyanakkor a szélenergiának rendkívül alacsony externális és szociális költségei vannak. Az elhasznált szélerőművek lebontása nem jelent problémát, és még tovább lehetne sorolni mindazon előnyeit, amelyek lehetővé tették fejlődését az utóbbi másfél évtizedben.

Európa szélenergia-tartalékai nagyok. A szélenergia alkalmazására alkalmas területek megoszlanak az Európai Unió országai között. Nagy szélenergia-tartalékkal rendelkezik Nagy-Britannia, Írország, Dánia, Észak-Németország, Svédország délnyugati része, Hollandia, Belgium és Franciaország északnyugati területei, valamint Északnyugat-Spanyolország és a görög szigetek jelentős része (2. táblázat).

Az EU megújuló energiaforrások hasznosításáról szóló fehér és zöld könyveinek ajánlásai nem terjednek ki a társult országokra, holott a kitűzött célok elérésének idejére már valószí-



2. táblázat

Becsült telepített szél erőmű-kapacitás 2000-re

Ország, régió	1994-ben telepített kapacitás [MW]	1994-ben működő összes kapacitás [MW]	2000-re becsült összkapacitás [MW]
USA	100	1722	2800
Latin-Amerika	4	10	400
<b>Amerika</b>	<b>104</b>	<b>1732</b>	<b>3200</b>
Németország	307	632	2000
Dánia	52	539	1000
Hollandia	30	162	500
Nagy-Britannia	40	170	800
Spanyolország	16	73	800
Svédország	10	40	240
Görögország	10	36	200
Olaszország	7	22	300
Portugália	–	9	60
Írország	6	8	150
Finnország	3	4	50
Európa egyéb	4	28	440
<b>Európa</b>	<b>485</b>	<b>1723</b>	<b>6540</b>
<b>FÁK</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>70</b>
India	141	201	2900
Kína	18	29	730
Ázsia egyéb	–	7	185
<b>Ázsia</b>	<b>159</b>	<b>237</b>	<b>3815</b>
<b>Ausztrália</b>	<b>–</b>	<b>6</b>	<b>80</b>
Egyiptom	1	5	150
Zöld-foki Köztársaság	2	3	6
Afrika egyéb	1	2	70
<b>Afrika</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>165</b>
<b>Összesen</b>	<b>756</b>	<b>3708</b>	<b>1380</b>

Forrás: EUREC Agency: The future for renewable energy.

núleg ezek az országok is tagokká válnak. A TERES II. program keretében felmérték a társult országok potenciáljait is. Azonban a potenciálok kihasználását nagyban befolyásolhatja a politikai, gazdasági támogatás. El kellene érni, hogy megvizsgálják: milyen lehetőségei vannak Magyarországnak ezen a téren, és azt, hogyan kellene kiterjeszteni a fehér könyv ajánlásait a társult országokra.

### A technológia általános helyzete

A hálózatba kapcsolt szél turbinák technológiája ma már mind a lapátózás, mind a kapcsolódó egységek szempontjából fejlett. Kidolgozásra kerültek a kis indítási, működési sebességű szélgépek és a mechanikus áttételek nélküli szerkezetek. Ez utóbbi további 5-10%-os teljesítménynövekedéssel jár.

Általában a technológiát három csoportra oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak a **közép- illetve nagyméretű szél turbinák generátorok**, melyek teljesítménye a 80-as évek óta 50 kW-ról 500-800 kW-ra nőtt. A kereskedelmi szél turbinák

újabb, 1-1,5 MW-os generációját Dániában már telepítik, lecserélve a kisebb teljesítményűeket. Ez önmagában átlagosan 4-5-szörös teljesítménynövekedést jelent az adott területeken. A hálózatba kapcsolt szél turbinák generátorok gyakran szél farmon üzemelnek.

Többféle turbinaváltozat is létezik, jelenleg a legelterjedtebb a három lapátos, vízszintes tengelyű berendezés, mely szinte teljesen fix forgási sebességgel működik. A változó rotor sebességű megoldások szintén ígéretes előnyökkel kecsegtetnek, és ma már rendelkezésre állnak a szél tartalékot értékelő szoftverek és technológiák is.

A második csoportba tartoznak a **hibrid energiarendszerek közepes méretű szél turbinái**, amelyeket más energiaforrásokkal kombinálnak, és fotoelektromos/víz/dízel-, illetve távoli hálózatok töltésére, vagy más speciális célokra használnak, mint vízpumpálás, akkumulátor feltöltés és só-talanítás (10 kW-150 kW tartományra).

A harmadik a **kicsi, különálló turbinák** csoportja, amelyeket akkumulátor töltésére, vízpumpálásra, fűtésre stb. használnak (10 kW tartomány alatt). Ez gazdaságosság szempontjából a legsikeresebb megoldás. Jelenleg mintegy 200 000 akkumulátortöltő kis szél turbinák üzemel a világon. A legelterjedtebb szél energia-technológia még mindig a mechanikus szél pumpa. Világszerte 1-2 milliót használnak rendszeresen, több mint 50 aktív gyártó ismert.

A technológia felfutását elterjedésének számadatai jelzik. Az utóbbi öt évben a telepített kapacitások 15-75%-os növekedést mutattak évente. 1995-ben csak Németországban 500 MW kapacitást állítottak üzembe.

A szél turbinák generátorok gyorsan üzembe helyezhetők. Például egy 50 MW kapacitású szél erőmű a szerződés aláírásától számított egy éven belül működőképes lehet.

### Ipar és foglalkoztatás

A közép- és nagyméretű szél turbinák gyártóinak 90%-a európai. Jelenleg több mint 25 gyártó szolgálja ki az európai piacot. A kis gépek számukhoz képest viszonylag alacsony gazdasági potenciált jelentenek. A kisméretű szél generátor ipar éves forgalma kevesebb, mint 4-5 millió EUR Európában. Azonban az elmúlt évtizedben Anglia, Hollandia és Olaszország kormányai jelentős K+F támogatást nyújtottak éppen a szél pumpás megoldások területén. A dán kormány demonstrációs programot indított el a kis berendezések (<25 kW) háztartási alkalmazására. A szél energia-hasznosítás hatása a foglalkoztatottságra nem jelentős. A munkahelyteremtés sokkal inkább a termelést és a gyártást jellemzi. Az európai piacon jelenleg 1 MW telepített kapacitás 15-19 ember-évnnyi munkahelyet teremt.

### Gazdaságosság

Becslések szerint a szél energia sok országban már versenyképes a fosszilis- és az atomenergiával és ez különösen igaz akkor, ha az externális/társadalmi költségeket is figyelembe vesszük.

A hálózatba kapcsolt szél energia gazdaságossága nagyban függ attól, milyen nézőpontból értékeljük. Az első az állami energetikai ellátás szempontja. A gazdaságossági és biztonságos energiaellátási szempontok alapján a szél erőműben megtermelt energia értéke a szél energia időbeni véletlenszerűségéből kiindulva rendkívül ala-



csony is lehetne. Az energiatermelés költsége szempontjából rendkívül nagy különbségek lehetnek, annak megfelelően, hogy a megtermelt energiának mi a szerepe a teljes rendszerben: alapenergia-forrás, vagy időleges terhelési igények kielégítését szolgálja. Egyetlen szélerőgépet vizsgálva, annak értéke a szélfüggség véletlenszerűsége miatt alacsony. Ugyanakkor rendkívül elgondolkasztó rendszerértelmezési szempontból Dánia esete. Dániában az állami támogatások és a társadalom életszemlélete alapján az ország nyugati felén oly mértékben terjedtek el a kooperatív formában létesített szélerőgépek, hogy azok rendszerszempontból együtt szinte már alaperőműre jellemző szolgáltatást nyújtanak. Azt se feledjük el, hogy az energetikai beruházások megtérülési idejének számításakor eleve 10 évet meghaladó értékkel számolnak.

A befektető szempontjából már másként értelmezhető a gazdaságosság. A banki, közgazdasági értékrend által diktált szemlélet merőben más gazdaságosságot feltételez. A befektető igenis figyelemmel van más közgazdasági feltételekre is, mint az infláció, kamatlábak, adózási rendszer, amortizáció alakulása. Így a gazdaságosság megítélése országról országra változik az adott gazdasági és szabályozási peremfeltételek függvényében. A gazdaságosság megítélése így tehát már egészen más.

Ebben a kettős megközelítésben a kormányzat felelőssége – gazdaságpolitikai prioritásai alapján –, hogy kíván-e segítséget nyújtani az elterjedés érdekében. A gyakorlat alapján egyértelmű, hogy csakis azokban az országokban van előrehaladás, ahol konzekvensen követik a kialakult álláspontot. Nem torpan meg az adott ügy a finanszírozás, avagy a szabályozás szintjén. Azaz csak azok a politikák életképesek, amelyek a megvalósítás szintjén is képesek támogatni az elképzeléseket.

*Technikai oldalról a széleenergiával történő áramfejlesztés költségét alapvetően az alábbi tényezők határozzák meg:*

- ◆ teljes befektetési költség, ami tartalmazza:
  - a szélturbinák, az állványzat gyártási költségét, a kapcsolódás költségeit és egyéb járulékos költségeket;
  - a projekt/beruházás-előkészítés költségét, infrastruktúrára stb.;
- ◆ működtetési és fenntartási költség;
- ◆ adott helyen uralkodó átlagos szélesebesség;
- ◆ megközelíthetőség;
- ◆ műszaki élettartam;
- ◆ amortizációs periódus;
- ◆ reál kamatláb.

A projektelőkészítés költsége nagymértékben függ a helyi körülményektől, szociális megközelítésektől, a helyiek hozzáállásától és egyéb olyan peremfeltételektől, mint a talaj és az utak állapota, elektromos hálózathoz való közelség stb.

A működtetési és fenntartási költségek tartalmazzák a szervízt, javítást, biztosítást, adminisztrációt, helytulajdonlás költségeit stb. Dán és német vizsgálatok azt mutatják, hogy a modern 450–500 kW-os szélturbinák éves működési és fenntartási költsége körülbelül 1–1,5 cent/kWh, aminek a fele biztosítási költség (ez részben tükrözi az ügy jelenlegi társadalmi megítélését is). Másfajta tájékoztatást ad az a megközelítés, mely szerint az éves mű-

ködési és fenntartási költséget gyakran a szélturbinák gyártási költségének 2–3%-ára becsülik.

A műszaki élettartam átlagosan 20 év. A nagy terhelésnek kitett létfontosságú részeket, mint a főbb csapágycsuklók, fogaskerekek és a generátor a gyakorlati tapasztalatok alapján a tervezett élettartam felénél ajánlatos kicserélni. (Ezt érdemes figyelembe venni a gazdaságosság megítélésakor.)

A helyszínen uralkodó éves átlagos szélesebesség döntő fontosságú az energiaköltség szempontjából. Hollandia, Észak-Németország és Dánia legjobb helyein gyakran az évi 1000 kWh/m<sup>2</sup>-t is meghaladják (viszonyítási alapként az 1000 kWh/m<sup>2</sup> évi 5 m/s-os átlagos szélesebességet jelent 10 méteres magasságban mérve).

*A széleenergia költségét a következők feltételezésével lehet modellezni:*

Gyártási költség:	870 euro/kW vagy 360 euro/m <sup>2</sup>
Teljes befektetés:	gyártási költség 133%-a
Évesfenntartás és működés:	gyártási költség 2,5%-a
Műszaki élettartam:	20 év
Amortizációs periódus:	10–20 év
Helyi átlagos szélesebesség:	5,0 m/s 10 méteren, ami kb. 6,9 m/s-nak felel meg 50 méteren
Reál kamatláb:	5–7,5%
Energiaátvételi ár:	0,055–0,091 euro/kWh

## Rendelkezések, szabványok

Néhány országnak már nemzeti jogi szabályozásai is vannak, nemcsak a berendezésekre, de a telepítésre vonatkozóan is. A helyi hatóságoknak (önkormányzatoknak) is lehetnek e téren helyi szintű kívánalmaik, melyeknek eleget kell tenni, azonkívül más, a vásárló és a szélturbinagyártó közötti megállapodások is létezhetnek.

*Néhány európai ország szabványai a teljesség igénye nélkül:*

- ◆ Dániában a DS 472, valamint a jóváhagyás és hitelesítés technikai alapjai vannak érvényben.
- ◆ A németországi építéstechnikai szabvány gondoskodik a szélerőművek regulációjáról.
- ◆ Hollandiában a NEN 6096/2 technikai kritériumok a meghatározók.

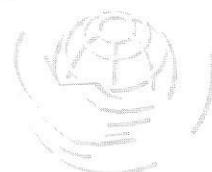
*A Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság munkacsoportja által kidolgozott és bevezetett szabványok:*

- ◆ IEC 1400-1 a szélturbinagyártó generátorrendszerek biztonsága.
- ◆ IEC 1400-2 kis szélturbinák biztonsága.

Két újabb IEC szabvány bevezetése van folyamatban: a szélturbinák akusztikus és teljesítmény mérése. Ugyancsak kidolgozás alatt áll a lapátok tesztelési módszerére, a hitelesítésre, teljesítményminőségre, mechanikai terhelésekre vonatkozó szabvány.

## Környezeti hatások

- ◆ *Károsanyag-kibocsátások.* A szélturbinák működésének nincs közvetlen károsító hatású kibocsátása.



- ◆ **Energiaegyensúly.** A szélturbina költségeire vonatkozik mindaz, ami jellemzi a többi megújuló energiaforrás hasznosítását is, azaz a megtérülési idő után szinte teljes mértékben elhanyagolható az üzemeltetési költség.
- ◆ **Bontási költségek és társadalmi kötelezettségek.** A szélturbina-generátorokból nyert elektromos energia externális és társadalmi költsége rendkívül alacsony és az elavult erőművek lebontása nem jár különleges kötelezettségekkel. A modern szélturbina majdnem minden része újrafelhasználható.
- ◆ **Területhasználat.** Egy szélfarm által elfoglalt terület 99%-a érintetlen marad, vagy mezőgazdasági célokra felhasználható. A szélfarmoknak általában 0,08–0,13 km<sup>2</sup>/MW-ra (8–13 MW/km<sup>2</sup>) a területigénye.
- ◆ **Zajkibocsátás.** A turbinazaj okozta kellemetlenség az egyik legfontosabb korlátozó tényező a szélturbinák lakott területekhez közeli elhelyezésében. Az elfogadható kibocsátási szint nagyban függ a helyi szabályozástól. Európában a szélturbinák és a lakóterületek közötti jellemző távolság több mint 150–200 méter.
- ◆ **Vizuális hatás.** A vizuális hatás – bár igen nehéz meghatározni – komoly tervezési korlátozás alá esik a legtöbb európai országban.
- ◆ **Madarak veszélyeztetése.** Németországban, Hollandiában, Dániában és az Egyesült Királyságban készült tanulmányok szerint, a szélturbina-generátorok nem jelentenek komoly veszélyt a madarakra. A szélturbinák okozta madárhalandóság csak nagyon kis arányú a természetes halandósághoz képest.
- ◆ **Interferencia elektromágneses kommunikációs rendszerekkel.** Néhány területen a szélturbinák visszaverhetik az elektromágneses hullámokat, ami szétszóródik és megtörik, vagyis a szélturbinák zavart okozhatnak a telekommunikációs kapcsolatokban.
- ◆ **Személyes biztonság.** Nincs személyi sérüléssel járó olyan nyilvántartott eset, amelyet a lapátok, vagy a megfagyott jég okozott volna. A Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság nemzetközi szabványt adott ki a szélturbinák biztonsági előírásairól.

## Társadalmi befogadottság

Dániában igen széleskörű tapasztalat alakult ki az elmúlt évtizedben ezen a téren is. Az egyik nagyszámú szélturbinát üzemeltető dán önkormányzatnál tartott szavazás eredményeként a szavazók 77%-a még több szélturbina beiktatását támogatta. A széleenergia társadalmi elfogadottsága befolyásolja a tervezési folyamatokat és ezen keresztül gazdasági kihatása is van. A helyi közösségek hozzáállása még Dániában is változó. A beruházás könnyen helyi ellenállást válthat ki a szomszédos lakók bizonytalansága és negatív tapasztalata miatt, elsősorban a szélturbinák vizuális hatása és zajkibocsátása miatt. A vizuális hatás körüli vita különösen erős tájvédelmi korlátozások esetében.

## Stratégiai célok

Az Európai Széleenergia Egyesület következő javaslatát elfogadta az Európai Unió Bizottsága: a kiaknázzható széleenergia hasznosítási potenciáljának 20%-át kellene hasznosítani 2030-ra, ami megegyezik az Európai Unió jelenlegi villamosenergia-igényének 10%-ával. Ennek érde-

kében 100 000 MW kapacitást kellene telepíteni. A telepítés területigénye körülbelül 0,3%-a az Európai Uniónak, ami igen soknak tűnik. De mindjárt nem olyan ijesztő, ha figyelembe vesszük, hogy egy szélfarm területének 99%-a mezőgazdasági célokra felhasználható, vagy megmaradhat természetes állapotában.

Az Európai Széleenergia Egyesület 1991-ben meghatározta, hogy mindez milyen időbeli ütemezéssel lehetséges (3. táblázat).

3. táblázat

### Az Európai Széleenergia Egyesület 1991. évi becslése

Év	Telepített kapacitás (MW)
1994	1 400
2000	4 000
2005	11 500
2030	100 000

Olyan sikertörténetről van szó a széleenergia esetében, hogy az Európai Széleenergia Egyesület 1997-ben újragondolta a létesítés trendjét (4. táblázat).

4. táblázat

### Az Európai Széleenergia Egyesület 1997. évi becslése

Év	Telepített kapacitás (MW)
2000	8 000
2010	40 000
2020	100 000

Ebből látszik, hogy 2000-re az 1991. évi becslés kétszeresét valószínűsítik és már 2020-ra el kívánják érni a korábbi becslésben csak 2030-ra becsült értéket.

Az Európai Széleenergia Egyesület másik igen fontos célkitűzése, hogy a kutatás-fejlesztés segítségével olyan versenyképes árat kell teremteni, ami a fejlődő világban is lehetővé teszi a megújuló energiarendszerek kialakulását.

*A fenti két stratégiai célkitűzés hat, egymástól független feladatot adott az európai kutatás, fejlesztés számára:*

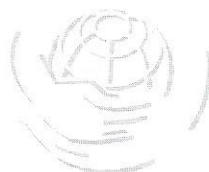
#### 1. Cél. 100 000 MW kapacitás telepítése.

**Eszköz.** Csökkenteni kell a széleenergia-termelés költségét.

Az 1994. évi, európai átlagos szélturbinával megtermelt kWh-kénti költséget 2000-re 30%-kal, 2005-re 40%-kal, majd 2030-ra 50%-kal kell csökkenteni a versenyképesség és a megfelelő arányú elterjedés ösztönzése érdekében. Az európai piac egyike a világ legnagyobbjainak, ugyanakkor a termelési költségek csökkentése nélkül ez a piac háttérbe szorulhat.

#### 2. Cél. A szélturbinák és a széleenergia piacának szabad működése.

**Eszköz.** Összehangolt európai szabványok, jogi struktúra és intézményi háttér kialakítása:



- ◆ Javaslatokat kell kidolgozni a potenciális helyszínekre: 2000-re összesen 10 000 MW kapacitás nagyságrendben és 2010-re 100 000 MW kapacításra.
- ◆ Az európai piacot segítő hitelesítő és akkreditációs rendszer kidolgozása 2005-ig.
- ◆ Európai teljesítményi szabvány kidolgozása 2000-re.
- ◆ Európai megújuló befektetések kockázatkezelési szabványa 2000-re.
- ◆ Átlátható tarifarendszer kidolgozása 2005-ig a szabadpiac fejlesztésének stimulálására.
- ◆ Európai gyakorlati jogszabálygyűjtemény a szélenergia hálózatba kapcsolásáról és a hálózat megerősítéséről, hogy alkalmas legyen erre az integrációra.

3. Cél. A technológia hitelességének növelése, hogy a pénzügyesek és biztosítók könnyebben elfogadják az ilyen beruházásokat.

**Eszköz.** A szélenergia-hasznosítás pénzügyi és műszaki bizonytalanságainak minimalizálása.

A szélenergia-hasznosításokkal szemben mind a mai napig számos országban tapasztalható bizalmatlanság. Ez jobbára a technológiai ismeretek hiányából és a beruházás társadalmi egyeztetési folyamatának kevés tapasztalatából ered. A hiányos ismeretek pénzügyileg is befolyásolják a projektek gazdaságosságát.

4. Cél. A szélenergia hitelességének növelése a szolgáltatók körében.

**Eszköz.** A szélenergia minőségének és kiszámíthatóságának biztosítása. A szélenergia továbbítási és kapcsolási költségeinek csökkentése.

A tapasztalattal nem rendelkező országokban az energiaszolgáltatók vonakodnak elfogadni a szélenergiát. Ez gyakran a szolgáltatók technikai kérdésekkel kapcsolatos aggodalmából fakad. Ennek érdekében megoldandó feladat:

- ◆ Az elektromos teljesítmény előrejelzése a szélfarmokon 24 órával előre, 10–15% szórással 2000-ig és 5–10%-kal 2010-re.
- ◆ 2010-re olyan optimális műszaki és gazdasági megoldások fejlesztése, ami lehetővé teszi 100 000 MW-nyi szélenergia európai hálózatba való kapcsolását.

5. Cél. A szélenergia elfogadottságának növelése Európában.

**Eszköz.** A szélturbina telepítés és működtetés környezeti és társadalmi következményeinek minimalizálása.

Dániában és az Egyesült Királyságban szélfarmokon végzett véleményfelmérések azt mutatják, hogy a lakosság 70–80%-a általában támogatja, vagy nincs problémája a turbínákkal.

6. Cél. Szélenergia alkalmazása nagy EU-hálózatokon kívül és a fejlődő országokban.

**Eszköz.** Fejleszteni kell a megbízható hibrid rendszereket, akkumulátortöltő megoldásokat és a szélpumpás alkalmazások feltárását. Ennek érdekében még több demonstrációra és ezirányú technológia-transzfer növelésre van szükség.

### 3. Az európai „Legjobb gyakorlat” a szélenergia fejlesztésre

#### Bevezetés

Szeretnénk bemutatni azt az utat, amelyen a szélturbina generátor sikeres felépítése és alkalmazása érdekében a beruházóknak és a működtetőknek lépésről lépésre végig kell haladniuk. Egyes lépések nagyobb súllyal befolyásolják a megvalósítás folyamatát, míg mások szinte jelentéktelenek. Az egyes lépések nem köbe vésett szabályként értelmezendők, jobbra csak irányelvek. Minden egyes beruházás (projekt) eltérő (és ennek megfelelően az egyes cégek is más és más gyakorlatot követnek), nem létezik egyetlen helyes út.

#### Az irányelvek

Az EU-szerte hivatalosan szabályozott irányelvek gyakorlatiak, ugyanakkor a fejlesztők számára meghatározóak. Így többnyire csak azokkal a kérdésekkel foglalkoznak, melyek a fejlesztők felelősségi körébe és ellenőrzése alá tartoznak. A szélenergia-fejlesztés összetett folyamat. A projektek egyéni értékelése miatt nem jó megoldás egy teljesen egyetemes szabályozás kialakítása. Ezért az irányelvek célja elsősorban az, hogy körvonalaiiban meghatározza a megvalósítás folyamatát és a résztvevők együttműködését. Az irányelvek elsősorban technikai, környezeti és tervezési szempontokat, illetve a folyamatot meghatározó egyéb egyeztetési feltételeket vesznek figyelembe.

#### Irányelvek struktúrája

Az irányelvek a fejlesztési folyamatban kronológiai sorrendet követnek. A folyamat három fő eleme:

##### ◆ *Technikai és kereskedelmi megfontolások:*

a fejlesztés számos technikai aspektusát veszi figyelembe, mint szélesebbég, megközelíthetőség, infrastruktúra, konstrukciós szempontok, illetve a megvalósító saját elemzése a projekt gazdasági életképességéről.

##### ◆ *Környezeti megfontolások:*

a sikeres szélenergia beruházáshoz számos környezeti és társadalmi érdekre való hatást kell megvizsgálni. Ez meghatározó lehet a megfelelő helyek kiválasztásában és azok kialakításában. Az elemzés tartalmazza:

- a helykiválasztás kezdeti szempontjait;
- a kiválasztott helyhez tartozó részletes tervezési, felhasználási értékeléseket;
- a végső hely tisztázását;
- a működésben lévő projekt elemzését.

A fentiek elvégzése alapozza meg a végleges terv elkészítését. A technikai, kereskedelmi és környezeti szempontok elemzése, értékelése iteratív folyamat. Számos esetben szükség van folyamatos újraértékelésre és megfelelő konzultációra. Ez nagymértékben akadályozhatja az egyeztetési folyamat résztvevőinek együttműködését.



## ◆ Párbeszéd és konzultáció:

megteremt a világos dialógus feltételeit a beruházó, a tervező, a megvalósító, a kedvezményezett és a projekt minden más résztvevője, a helyi hatóságok, a helyi közösség, helyi érdekcsoportok és minden törvényes és nem törvényben előírt konzultáns között.

## Hely kiválasztás

Bármilyen beruházás alapja a hely kiválasztás. A folyamat kezdőpontja a kiválasztott területek megtekintése, hogy végül egy vagy több fejlesztésre alkalmas helyet lehessen megjelölni. A kezdeti elemzésnek az összes nyilvánosan megszerezhető környezeti és technikai adatot számításba kell vennie, ahogy ez később leírásra kerül. A tervezéshez azonban általában sokkal részletesebb vizsgálatokat kell lefolytatni. Rendszerint a rendelkezésre álló adatok nem elégségesek.

Ennek a fázisnak a célja megfelelő helyek kijelölése, illetve bármilyen technikai (műszaki), kereskedelmi és környezeti kényszer feltárása, hogy csak a legmegfelelőbb helyek kerüljenek a beruházási folyamatban továbbvitelre.

### Technikai/kereskedelmi megfontolások

A hely kiválasztás első lépése tulajdonképpen tanulmánykészítés, hogy a hely kielégíti-e a sikeres fejlesztés alapvető technikai kritériumait, melyek az alábbiak:

- ◆ Ebben a fázisban még csak becsléseink lehetnek a terület szélesebségéről, a fejlesztő általában olyan helyet jelöl ki, amelynek a szél erőforrása megfelelő. Ez a terület kijelölhető térképek, számítógépes modellezési eredmények, meteorológiai mérések vagy egyéb tapasztalati megközelítések segítségével. A 6 m/s feletti átlagos szélesebségű területek mindenképpen ígéretesek.
- ◆ A helyi áramelosztási rendszerek vizsgálata és az egyeztetés a helyi áramszolgáltatóval megmutatja, hogy a javasolt helyszín elektromos hálózatba való bekötése technikailag és kereskedelmileg megvalósítható-e (ez persze csak olyan projektekre vonatkozik, ahol szükség van a hálózatba kapcsolásra). A terület elektromos hálózatáról, az elektromos vezetékek térképéről és a kapcsolódási lehetőségekről a helyi elektromos szolgáltatótól lehet információt kapni. A szolgáltató a kapacitás-kihasználások ismeretében arról is becslést adhat, hogy mennyi lesz a gyakorlatban a szélturbina-generátorok hálózathoz való kapcsolásának várható költsége.
- ◆ A helyi úthálózatról készített tanulmány megmutatja a javasolt helyszín megközelíthetőségének akadályait.
- ◆ A hely tulajdonviszonyainak meghatározása.
- ◆ Lehetséges befektetők. A pénzügyi lehetőségeket a projektbe helyezett tőke határozza meg. A szélturbina generátorok működtetéséhez szükséges megfelelő jogi formát is ki kell dolgozni. A jogi forma lehet korlátolt felelősségű társaság, szövetkezet, de akár az önkormányzattal és a helyi áramszolgáltatóval közös közhasznú társaság is. Általában elmondható, hogy minél több ember vesz részt a projektben, ez annál jobb hatással van a befogadására, ugyanakkor gyakorta megnöveli a megvalósítás idejét.

### Környezeti megfontolások

A technikai elemzés készítésével egyidőben a beruházónak a lehetséges helyszín környezeti

elfogadhatóságát is mérlegelni kell. A lehetséges helyek kezdeti környezeti elfogadhatóságát adatokon alapuló tanulmányokkal támogatják. Az Európai Szélenergia Egyesület ajánlja a környezeti hatástanulmány elkészítését. Ezenkívül fontos a területről szóló jelentések és térképek áttekintése az esetlegesen felmerülő különleges technikai vagy környezeti kérdések meghatározására, illetve a beruházónak számba kell vennie a meglévő nemzeti, regionális és helyi tervezési politikát is. Figyelembe veendő néhány további szempont:

- ◆ Vizuális szempont: a beruházónak értékelnie kell a javasolt helyszín láthatóságát és a fontosabb tervezett nyilvános fejlesztések helyeiről való láthatóságát.
- ◆ Lakónegyedekhez való közelség: a szélturbinák nem lehetnek olyan közel a lakónegyedekhez, hogy ok nélkül zavarják azt zajjal, árnyékvibrációval, látvánnyal vagy a tükröződő fényvel.
- ◆ Ökológia: a fejlesztőknek számításba kell venniük a meglévő információkat a terület ökológiai rendeltetéséről és a szezonálisan vagy egész évben ott élő védett fajokról.
- ◆ Minden olyan, a helyhez közeli vagy ott lévő területet figyelembe kell venni, ami a fejlesztési tervben szórakozóhelyként felhasználásra alkalmasnak minősül.
- ◆ Polgári és katonai repülőterek: a repülőterekhez közel eső helyeknél a repülőteri hatósággal kell konzultálni.
- ◆ Korlátozott területek: korlátozások lehetnek a szélturbina-generátorok kifejlesztésében a biztonsági területek közelében, mint katonai területek, telekommunikáció stb.

### Párbeszéd és konzultáció

A beruházónak megbeszéléseket kell folytatnia a helyi tervező hatósággal, hogy meghatározzák a lehetséges megvalósuló kérdéseket.

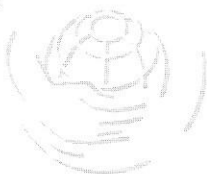
## Tervezés

A második fázis elejére a fejlesztőnek ki kell jelölnie a végleges helyszínt. Ezt a helyszínt tovább kell vizsgálni

- ◆ részletesebb technikai értékelés, mely helyszíni szélfelmérést is tartalmaz;
- ◆ értékelési és célmeghatározási munka, hogy a különleges környezeti problémák és lehetőségek azonosíthatók legyenek még a beruházás kezdete előtt;
- ◆ a fentieket együttesen figyelembe vevő gazdaságossági számítások;
- ◆ tervezési problémák értékelése céljából.

### Technikai/kereskedelmi megfontolások

- ◆ Széltartalék: amíg a legtöbb helyen az uralkodó szélesebség megközelítő becsléséhez adatbázisokból és számítógépes modellezéssel hozzájuthatunk, addig az energiahozam érzékenységvizsgálatát (ami a gazdaságosság kalkulációjához elengedhetetlen) csak a helyszíni szélesebség – megfelelő magasságban és mérési módszerrel lefolytatott - mérése alapján tudjuk megadni. Ez megfelelő mintavételezési idejű anemométerrel (szélmérő) végezhető el. A mérést meghatározott magasságban kell végrehajtani, ami praktikusán egy tipikus szélturbina tengelymagassága lehet (30–35 méter). Egy vagy több árbocra is szükség lehet, és minimum 6 hónapig, néha



több mint egy évig kell a helyszínen mérni. Így már magához a méréshez is szükség lehet helyi engedélyre.

- ◆ Földhasználat: a föld jelenlegi használójával, bérlőjével, vagy akinek joga van használatba venni a földet, körültekintően tárgyalni kell, hogy lehet-e, és ha igen, hogyan lehet a legjobb módon kapcsolódni a jelenlegi használat-hoz.
- ◆ A föld állapota: meg kell vizsgálni a föld állapotát, hogy a szélturbinák alapjai, az építmények és a bekötőutak felépíthetők-e gazdaságosan.
- ◆ A hely megközelítése: a szélerőmű beruházás megköveteli, hogy teherautók juthassanak el a területre. A hely megközelíthetőségét értékelni kell, hogy a meglévő köz- és magánutak megfelelőek-e és milyen javítások szükségesek a fejlesztés elindításához.
- ◆ Elektromos kapcsolat: a meglévő elektromos hálózathoz való kapcsolódás lehetséges útjait és természetét az alállomás elhelyezkedésével együtt értékelni kell. A szélturbina-generátorok elektromos hálózathoz való kapcsolásának költségei változóak, a meghatározó a legközelebbi kapcsolódási ponttól való távolság.
- ◆ Projekt-konceptió: a fenti feltételek végiggondolásával lehet kialakítani a projekt-konceptiót.



## Környezeti megfontolások

- ◆ Célmeghatározó dokumentumban az első fázisban körültekintően megvizsgált környezeti kérdéseket utólagosan felül kell vizsgálni. (Egyes esetekben kevés vagy nem publikus a rendelkezésre álló adat, ezért szükség lehet előzetes felmérésre a potenciális helyszín környezeti érzékenységének meghatározása érdekében).

## Párbeszéd és konzultáció

A beruházónak tájékoztatnia kell a helyi közösséget a projektről. Ennek a párbeszédnek minél hamarabb el kell kezdődnie. Azonban egyértelműen jelezni kell, hogy a beruházónak ebben a szakaszban még kevés információja van a tervezett projektről.

- ◆ Helyi tervező hatóságok: a beruházónak értesítenie kell a helyi tervező hatóságot a kiválasztott hely megvalósíthatósági vizsgálatának szándékáról. Minden fél érdeke a világos kommunikáció, hogy a felesleges munka elkerülhető legyen.

- ◆ Helyi közösségek: ebben a szakaszban a beruházónak együtt kell dolgoznia a helyi tervező hatósággal, hogy a nyilvános informális konzultációt miként folytassák le és az eredményeit hogyan használják fel. Mint korábban már említettük, a folyamatnak ez a megvalósítási fázisa megköveteli egy, vagy több anemométer felszerelését. Meg kell vizsgálni, hogy a helyszínen elegendő-e a szélsebesség a gazdaságos üzemeléshez. Mindazt helyben nyilvánosságra kell hozni, ami a jövőbeli fejlesztéssel kapcsolatban problémás kérdéseket vet fel.

El kell fogadtatni, hogy több lehetőség van a javasolt szélenergia-projektre. A beruházónak azonban meg kell jelölnie a javasolt projekt előre látható méretét. Világosan meg kell jelölnie és nyilvánosságra hoznia a társadalmi egyeztetések jövőbeli szakaszait. Az érintetteknek tudniuk kell, hogy milyen lehetőségek léteznek a számukra problémás kérdések kezelésére. Ezenkívül a beruházónak írásban kell közzétennie a szélvizsgáló árcsok célját, az időtartamot, meddig van szükség rájuk, a projekthez szükséges környezeti és tervezési tanulmányokat, azok célját, és hogy a tanulmányok eredményei mikor lesznek hozzáférhetőek.

A konzultáció alkalmas a helyi vélemények figyelembevételére, alakítására. Ez a helyi visszacsatolás igen hasznos a projektkonceptió kialakításához, újraértékeléséhez.

## Részletes értékelés

A beruházó csak akkor valósítja meg a harmadik fázist, amikor az első és második fázisból rendelkezésre álló információ azt mutatja, hogy a javasolt beruházás gazdaságilag és környezetileg is életképes. Ennek a fázisnak az elején a beruházónak már rendezési ötlettel kell rendelkeznie.

## Technikai/kereskedelmi megfontolások

A beruházónak számításba kell vennie minden egyes tényező együttes gazdasági hatását.

- ◆ A legmegfelelőbb szélturbina-generátor kiválasztása. A szélsébség profilja meghatározza a szélturbina generátor kiválasztását, míg a széllal való ellátottság befolyásolja a rotor, a generátor és a tengelymagasság relatív méreteit. Szegényes szélkörülmények között nagy tengelyhosszúságra és viszonylag nagy rotorra van szükség.

A beruházónak ajánlatot kell kérnie számos szélturbina-generátor szállítótól. Ezeknek világosan megírt ajánlatoknak kell lenniük. Az ígéretek és garanciák csak akkor érvényesek, ha szerződésben rögzítik azokat!

## Környezeti megfontolások

- ◆ Környezeti nyilatkozat. Ahol a helyi tervező hatóság úgy gondolja, hogy a javasolt beruházás mérete, elhelyezkedése stb. miatt jelentős hatással lesz a környezetre, kötelezheti a beruházót egy környezeti nyilatkozat benyújtására. A környezeti nyilatkozat lehetséges témái:

- *Helykiválasztás.* A beruházónak meg kell indokolnia, hogy miért választotta az adott helyet.
- *Vizuális és látkép értékelés.* A meglévő látképet, valamint a javasolt fejlesztés potenciális látképét és vizuális hatását értékelni lehet. Definiálni lehet egy 'Vizuális hatásvonalat', és térképet lehet készíteni, ami megjelöli, hogy a szélerőmű honnan lesz látható. El kell végezni a fontos és reprezentatív nézőpontok meghatározását,



ahonnan a szélerőmű vizuális hatását értékelni lehet. A nap mozgását is figyelembe kell venni. Ez lehetővé teszi a fejlesztő számára, hogy értékelje a turbina árnyékának mozgását napos időben. Amikor a nap éppen a horizont felett van, a szélturbina-generátorok árnyéka nagyon hosszú lehet, és akár több házat árnyékolhat. Minden helyre ki lehet számolni az árnyék pontos pozícióját. A rotorlapátok okozta vakító fényt meg lehet akadályozni egy antitükröző réteg felvitelével.

- **Zajbecslés.** A tanácsolt távolság a lakónegyedek és a fejlesztés helyszíne között számos tényezőtől függ - helyi topográfia, helyi háttérzaj szintje és jellege és a fejlesztés mérete. Ki kell jelölni az érintett lakónegyedeket a helyi hatósággal való konzultáció során, ahonnan a háttérzaj-mérések elvégezhetők. A háttérzaj jellegéről és szintjéről tanulmányt kell készíteni.
- **Ökológiai értékelés.** A javasolt helyszín növény- és állatvilágát időről időre vizsgálni kell az élőhely-csökkenés, a zavaró hatásokra való érzékenység és a fontosság szempontjából, amit a nemzeti vagy helyi jog és politika határozhat meg. Ezenkívül előírás lehet a folyamatos értékelés, vagy egy Környezeti Menedzsment Terv készítése a beruházás idejére, vagy a mű üzembe helyezése után egy meghatározott ideig, amit a helyi tervező hatósággal kell megvitatni.
- **Archeológiai és történelmi értékelés.** Az első fázisban meg kell határozni minden jelentős archeológiai vagy történelmi értéket a helyszínen és annak körzetében.
- **Hidrológiai értékelés.** Értékelni kell a javasolt fejlesztés hatását a vízkészletre, annak minőségére és mennyiségére. A forrásvíz-készletet is értékelni kell, ahol szükséges.
- **Telekommunikációs rendszerekkel való interferencia.** A széleenergia-projektek interferenciát okozhatnak a közeli televíziós és mikrohullámú rendszerekben. A kommunikációs rendszerek felhasználóit meg kell keresni.
- **Biztonsági értékelés.** Biztonsági értékelést kell készíteni, amely tartalmazza a használatra szánt szélturbinák strukturális integritását. Egyéb megfontolandó szempontok lehetnek pl. az autópálya biztonsága, vagy árnyékvibrálás.
- **Közlekedési kérdések.** A konstrukció hatását a közlekedésre (a bekötőutakat is beleértve) értékelni kell. A beruházást megkönnyítő minden lényeges útépitést meg kell vitatni és engedélyeztetni kell a helyi hatósággal.
- **Elektromos kapcsolat.** A helyi hálózathoz való kapcsolódás érdekében a terveket a helyi elektromos szolgáltatóval, továbbá a helyi hatósággal és földtulajdonosokkal kell egyeztetni.
- **Helyi gazdaságra gyakorolt hatás.** A környezeti nyilatkozat tartalmazhat egy becslést a beruházás következtében keletkező ideiglenes vagy állandó állások számáról.
- **Globális környezeti hatások.** A Környezeti nyilatkozat becsléseket tartalmazhat arról, hogy a széleenergia-beruházás mennyi energiát fog termelni és mennyi károsanyag kibocsátást képes kiváltani e tiszta technológia.
- **Turizmus és kikapcsolódási lehetőségek.** A nyilvános utakat a helyszínen belül azonosítani kell és fel kell tüntetni egy térképen. A látogatók lehetőségeit ugyancsak meg

kell vitatni a helyi hatósággal és minden javasolt fejlesztést felül kell vizsgálni. Fontos megjegyezni, hogy sok esetben a széleenergia-fejlesztések turisztikai látványossággá válnak.

- **Bontás.** Az értékelésnek számba kell vennie a szélerőmű bontását. A helyreállítási szempontokat mérlegelni kell, ideértve a föld feletti berendezések eltávolítását, tereprendezést, illetve annak meghatározását, hogy mi történik a megmaradó utakkal.

## Párbeszéd és konzultáció

A beruházónak folyamatos párbeszédet kell fenntartania a megfelelő konzultánsokkal és a nyilvánossággal a környezeti értékelési folyamat során. A résztvevő partnerek közösen meghatározhatják a problémákat, és azok megoldását. A résztvevő feleknek rendszeresen meg kell vitatniuk, hogy az eredeti tervhez képest hol vannak változások.

## A beadandó tervek, a beadvány feldolgozása

Előzményként már elkészültek a részletes technikai, gazdasági és környezeti elemzések. Ha egy helyet megfelelőnek ítélnék, a tervezőnek tervezési beadványt kell készítenie a helyi tervező hatóság számára. A tervezőnek együtt kell működnie a helyi tervező hatósággal a környezeti jelentés írásos közzétételében. A tervvel kapcsolatosan nyilvános lakossági meghallgatást, tájékoztató estet lehet szervezni. A tervezőnek minden kérdésre válaszolnia kell, a teljesen megalapozott döntés meghozhatósága érdekében.

## Tervezési feltételek és kötelezettségek

A helyi tervező hatóság szabályozhatja a széleenergia-fejlesztés konstrukcióját tervezési feltételekkel és kötelezettségekkel. A feltételeket és megállapodásokat a tervezőnek és a helyi tervező hatóságnak a lehető legkorábbi stádiumban meg kell vitatnia.

Ahol a javaslatokat a helyi tervező hatóság elfogadja, a lehetséges környezeti károk csökkentésére tett további elkötelezettség megerősítheti a helyi tervező hatóságot és a helyi közösségeket, hogy a tervező felelősségteljesen jár el a legjobb környezeti megoldás telepítésével. A széleenergia beruházás típusától, méretétől és helyétől függően a tervezési feltételek és kötelezettségek:

- ◆ zajkibocsátás ellenőrzése;
- ◆ a beruházás megközelíthetőségének szabályozása, hogy a közlekedési kockázatok elkerülhetőek legyenek;
- ◆ a szélerőmű lebontása az élettartam végén;
- ◆ a túlzott interferencia elkerülése az elektromos közvetítő rendszerekkel;
- ◆ a beruházás megvalósításának ellenőrzése a növény- és állatvilág károsodásának elkerülésére vagy csökkentésére;
- ◆ a szélturbinák látványának és színének ellenőrzése.

## Kivitelezés

A kivitelezés szakaszában is érvényesek a környezeti megfontolások, és a tervezőknek tekintettel kell lenniük a környezeti nyilatkozatra, feltételekre és kötelezettségekre, melyek alapján a tervezési engedélyt megadták. A tervezési feltételeknek minden olyan tevékenységet meg kell je-



lőlniük, melyeknek a kivitelezés szakaszában jelentősebb hatásuk lehet.

## Technikai/kereskedelmi megfontolások

A szélenergia beruházás során a résztvevő vállalkozók számát tekintve a beruházónak ki kell jelölnie egy személyt, aki az irányításért felel a helyi tervező hatóság felé, és aki minden szempontból a munka egyszemélyi felelőse lesz.

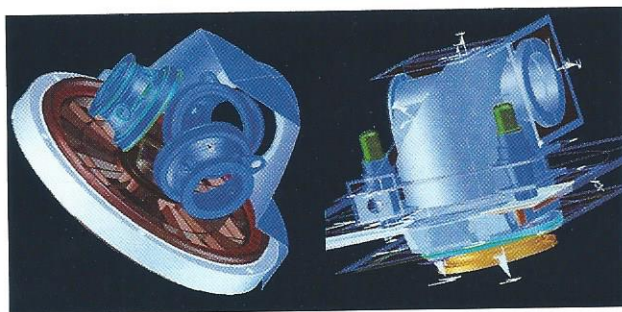
## Környezeti megfontolások

A projekterület kis százalékát közvetlenül befolyásolja kivitelezés. Az építési munkaterületeket ábrázolni kell a helyi tervező hatósággal együttműködve, és méréseket kell végezni az olyan felesleges hatások elkerülésére, mint a meghatározott munkaterületen kívüli járműhasználat. Figyelemmel kell lenni a közutakat jogosan használók biztonságára is.

## Párbeszéd és konzultáció

A kivitelezőnek meg kell bizonyosodnia arról, hogy a helyszíni és nem helyszíni munkákat is a helyi lakosság lehető legkisebb mértékű zavarásával végzik. A szélenergia beruházás, mint referencia is érdeklődőket vonz, ezért a kivitelezőnek gondoskodnia kell a munka kezdetétől fogva a látogatók és érdeklődők kezeléséről.

Az építési munkákkal kapcsolatos bármilyen megjegyzés vagy panasz esetén a beruházónak/kivitelezőnek, vagy a helyszíniért felelős személynek elérhetőnek kell lennie a helyi közösségek számára.



## Működés

A szélenergia-hasznosító berendezések fejlesztőinek, tulajdonosainak és működtetőinek el kell fogadniuk, hogy a mű megfelelő működéséért való felelősségük a teljes élettartam alatt fennáll, egészen a lebontásig, vagy cseréig. A működtető változását nyilvánosságra kell hozni. A szélerőmű működése semmilyen jelentős környezeti problémát nem okozhat, ha a fejlesztő jól választott helyet és az irányelveket alapul véve jól tervezte meg a beruházást. Azonban ahol lehet, ott a tulajdonos/működtető felelőssége a projekt ellenőrzése minden olyan szempontból, amiről a helyi tervező hatósággal megállapodás született, illetve a helyi közösség informálása az ellenőrzések eredményeiről és a szélerőmű általános teljesítményéről.

## Környezeti megfontolások

A működtetőnek formális eljárással kell rendelkeznie a felmerült problémák kezelésére és

nyilvántartására. A működtetőnek minden panaszt ki kell vizsgálnia és a megfelelő hatósággal együttműködve kell megoldania azokat.

A környezeti hatástanulmányok a tervezési folyamat során a fejlesztők vállalásai is egyben. Előfordul például, hogy a létesítmény felépítése után felmerült problémák szükségessé teszik újabb tanulmányok készítését. Ha nyilvánvalóvá válik, hogy jelentős ökológiai hatással kell számolni, a működtetőnek együtt kell működnie a problémát felvetőkkel, a megfelelő természetvédelmi szervekkel, hogy meghatározzák a probléma természetét és lépéseket tegyenek a megoldás felé.

A beruházás kezdeti szakaszában, a működése alatt és utána is kell végezni nyilvános véleményfelméréseket. Felmérések bizonyítják, hogy a legtöbb ellenállás a beruházás megkezdése előtt tapasztalható.

## Bontás

Az engedélyhez kapcsolódó tervezési feltételeknek és a tervezési megállapodásnak tartalmaznia kell a lebontást és terprendezést. Azonban amikor a szélerőmű egy ideje nem termel elektromos áramot, a működtetőnek a turbinát el kell távolítania, és a helyet, amennyire csak lehet, vissza kell állítani az eredeti állapotába.

A legtöbb energiatermelő beruházástól eltérően a szél-turbinákat könnyen és gyorsan le lehet bontani. Ennek ellenére a fejlesztőknek felelősségteljesen kell kezelniük a bontás folyamatát. A bontási munka megkezdése előtt erről értesíteni kell a helyi tervező hatóságot.

## 4. Magyarországi történeti háttér

### Bevezetés

A szélenergia legkézenfekvőbb hasznosításának módjai voltak évezredekken keresztül a vitorlások és a szélmalomok. A szélenergia felhasználása jóval az időszámításunk előtt elkezdődött. I. e. 100–200-ban már működtek az első szélmalomok Perzsiában és a Közel-Keleten - legrégebbi emlékeit Iránban találták meg. 1193-ban már papi tizedet kellett szolgáltatnia a szélkerék-tulajdonosnak. A 16–17. században Hollandiában már mintegy 6000, Dániában 7000 szélmalom működött. A robbanómotorok elterjedésével visszaszorult alkalmazásuk. 1875-ben Németországban 30 000, 1933-ban már csak 4500 szélmalom üzemelt.

Magyarországon a századelőn Hoffer – Schranz, Knuth Károly és Lakos Székely gyártott szélkereket, főként kastélyok vízellátására. A szélmalomok elterjedtségét jól mutatja az Alföldről készült térkép (1. ábra).

Annak ellenére, hogy Magyarországon korán megkezdődött a szélerő hasznosítása, a kutatás – széltérképezés – csak az 1950-es évek végétől indult el. Szélsébséget elsősorban meteorológiai és repülési szempontból mértek, nem pedig energiafelhasználási céllal. Az egyetlen jelentősebb publikált mérést az MVM Rt. végezte 10 mérőhelyen, nagyfeszültségű távvezeték oszlopokon 1991-92-ben. Ennek eredményeit láthatjuk a 2. ábrán. A mért tíz



## Néhány gyártó

European Wind Energy Association  
(Európai Szélenergia Társaság)  
26 Spring Street  
London, W2 1JA, UK  
Telefon: 44 171 402 7122  
Fax: 44 171 402 7125  
E-mail: Ewea@comuserve.com

Vestas-Danish Wind Technology  
Smed Hansen Vej 27 DK-6940 Lem  
Denmark  
Telefon: 45 96 75 25 75  
Fax: 45 96 75 23 42  
Internet: www.vestas.dk

Nordex  
Svindbaek, DK-7323, Give  
Denmark  
Telefon: 45 75 73 44 00  
Fax: 45 75 73 41 47  
Internet: www.nordex.dk

Bonus Energy A/S  
Fabriksvej 4  
7330 Brande, Denmark  
Telefon: 32 26 29 23 91  
Fax: 32 26 29 28 80

Enercon GmbH  
Dreekamp 5  
26605 Aurich, Germany  
Telefon: 49 49 41 927-0  
Fax: 49 49 41 927-199

Zond Energy System Inc  
Prince Consort House  
27-29 Albert Embankment  
SE1 7TJ London, UK  
Telefon: 44 17 17 93 28 00  
Fax: 44 17 18 20 34 01

ABB Motors OY  
PL 633  
65101 Vaasa  
Finnland  
Telefon: 35 81 02 24 40 00  
Fax: 35 81 02 24 73 72

NEG Micon A/S  
Alsvej 21  
DK-8900 Randers  
Denmark  
Telefon: 45 87 10 50 00  
Fax: 45 87 10 50 01

RISOE National Laboratory  
PO Box 49  
4000 Roskilde  
Denmark  
Telefon: 45 46 77 50 35  
Fax: 45 46 77 50 83

## Tanácsadás

*Magyarországon a következő szervezeteknél lehet további információkat beszerezni a gyakorlattal, a szabványokkal, a megvalósítási forrásokkal és a külföldi projektekkel kapcsolatban*

Energia Központ Kht.  
1087 Budapest, KönyvesKálmánkrt. 76.  
Telefon: 36-1-333-1304  
Fax: 36-1-303-9065

Szélenergia Társaság  
Agrártudományi Egyetem, Gödöllő  
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
Telefon: 36-28 410-200  
Fax: 36-28 410-997

Kossuth Lajos Tudományegyetem  
Meteorológia Tanszék  
4010 Debrecen, Egyetem tér 1.  
Telefon: 36-52 512-927

Energiagazdálkodási Tudományos  
Egyesület Szélenergia Munkabizottság  
1055 Budapest, Kossuth L. tér 6-8.  
Telefon: 36-1 353-2751  
Fax: 36-1 353-3894

ENERGICON Energetikai és  
Energiatakarékosági Egyesület  
1181 Budapest, Darányi Ignác u. 19.  
Telefon: 36-1 295-4821  
Fax: 36-1 290-0444

Esztergomi Környezetkultúra Egyesület  
2500 Esztergom, Bajcsy Zs. u. 4.  
Telefon: 36-33 400-150  
Fax: 36-33 400-150

Földművelésügyi és Vidékfejlesztési  
Minisztérium Műszaki Intézete  
2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.  
Telefon: 36-28 420-644  
Fax: 36-28 420-960

Jupiter Stern Kft.  
1212 Budapest, Komáromi u. 59.  
Telefon: 36-1 276-7129  
Fax: 36-1 405-5609

KELET Szélenergia Hasznosító és  
Szélerőgépipítő Kht.  
4400 Nyíregyháza, Bocskai út 4.  
Telefon: 36-42 410-050

Windpower Hungária Kft.  
H-1026 Budapest, Húsvétvölgyi út 33.  
Telefon: 36-1 393-1098  
Fax: 36-1 322-6230

Zöldnap  
9735 Csepreg, Kossuth u. 41.  
Telefon: 36-94 565-205  
Fax: 36-94 565-204

hely közül háromnál haladta meg a szélesebbég az évi 1000 kWh/m<sup>2</sup>-t.

Európában ma már részletes ajánlás szabályozza a mérés lefolytatásának minden egyes elemét. Az európai szélterképek Magyarország határánál véget érnek. Így minden ez irányú következtetés mindaddig fikció, amíg legalább a mérési költségeket fel nem vállalja valaki.

## Magyarországi gazdaságossági kérdések

A villamosenergia-szolgáltatásról szóló 1994. évi XLVIII. törvény 43 §-a kimondja a megújuló energiaforrás hasznosításával termelt villamos energia átvételi kötelezettségét. Azaz ettől kezdve törvényben rögzített, hogy a szolgáltató nem tagadhatja meg az átvételt, ha az energia a hálózatra adás üzemi szabályzatban meghatározott műszaki feltételeinek megfelel. A közcélú villamos műnek átadott villamos energia átvételi árát 1995-ben a 28/1995. (VII. 25.) IKM rendelet határozta meg. Ekkor még 500 kW telje-

sítményig a lakosság részére háztartási célra szolgáltatott villamos energia (nappali és éjszakai) II. tömb legmagasabb díjának 90%-a volt megállapítva. 500 kW és 2 MW közötti teljesítmény-tartományban az általános árszabás áramdíjának és az éjszakai áram díjának 80%-a volt elfogadva.

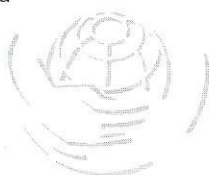
Az 55/1996. (XVII. 20.) IKIM rendelet ezt módosította. A 120 kV vagy nagyobb feszültségű csatlakozási pont esetében:

- a) csúcsidőszakban: 7,00 Ft/kWh,
- b) völgyidőszakban: 5,50 Ft/kWh.

A 120 kV-nál kisebb, de 1 kV-nál nem kisebb feszültségű csatlakozási pont esetében a díj mind csúcsidőszakban, mind völgyidőszakban a fenti díjtételek 110%-a.

1 kV-nál kisebb feszültségű csatlakozási pont esetén mind csúcsidőszakban, mind völgyidőszakban a díj a fenti díj 115%-a.

Az alapár gyakorlatilag megfelel a menetrend szerint átadott villamos energia árának. Ez azt jelenti, hogy a közcélú villamosmű által termelt



ár szintjén mozog, illetve 10–15%-kal haladja meg azt. Ugyanakkor a rendszerbe való betáplálás a legtöbb esetben a fogyasztás közvetlen közelében történik. Közgazdasági, költség-számítási szempontból nem levezethető és értelmezhetetlen az utóbbi számítási módszer. A szélenergia-termelés fogyasztóközelsége révén lényegében csak a szolgáltatói árrendszer költségeit érinti.

Elvileg olyan megoldás is elfogadható lenne, hogy az átvételi ár a szállító és a szolgáltató közötti vásárlási árak lenne megadott százalékkal növelt értéke. Ugyanis számos szolgáltatói költség szintén nem terheli a szélenergiával termelt villamos energiát.

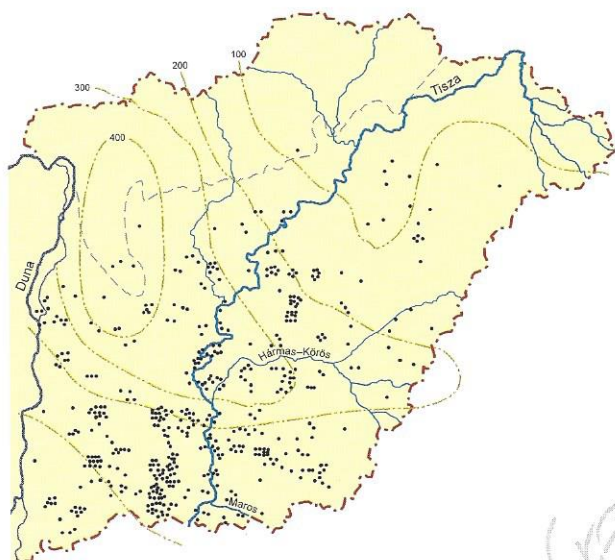
A fix ár hátránya általában az, hogy mivel a megújuló energiával villamos áramot termelők gazdasági súlya jóval kisebb, mint a többi energetikai szereplőé – nem tudják érdekeiket kellően érvényesíteni. Ráadásul így a folyamatos tervezhetőség sem megoldható. Nincs mód (hosszú távon politikailag garantált) gazdasági számításra, aminek következtében a beruházások banki szempontból is rendkívül kockázatosak.

## Magyarországi szabványok, eljárások

Az ügy magyarországi kezelését jól jellemzi, hogy – érdeklődésünkre válaszolva – kifejezetten a szélenergiával kapcsolatban semmilyen szabványt nem tart nyilván a Magyar Szabványügyi Társaság.

Ugyanakkor legalább a következő szabványoknak kellene megfelelnie a Magyarországon telepítésbe kezdőnek:

- ◆ Magyarországon a szélmotor felállításakor a 12/1986. (XII. 30.) és a 2/1986. (II. 27.) ÉVM rendeletek alapján kell eljárni.
- ◆ Méretezésre az MSZ 151 szabvány előírásai a mértékadók.
- ◆ A szélmotorok elhelyezkedésének kijelölésére az OÉSZ 48., 51-64. §-ok adnak eligazítást, valamint be kell tartani a 11/1984. (VII. 22.) IpM rendeletben előírtakat.
- ◆ Üzemeltetésre alapvetően az OÉSZ 87., 92., 93., 95-98. §-ok előírásai vonatkoznak.



1. ábra. A szélmalomok területi eloszlása az Alföldön (1906–1920 között)

- ◆ Munkavédelemmel kapcsolatosan a 47/1979. (XI. 30.) MT rendelet az irányadó.

Számos apróbb rendelkezést azért nem soroltunk itt fel, nehogy elriasszuk a Magyarországon ilyen beruházásokba kezdőket. Ha komolyan gondoljuk Európához való csatlakozásunkat, akkor a szélenergia-hasznosítás jogharmonizációját is el kellene végeznünk.

## Magyarországi stratégia

### Politikai támogatás

1999-ben a Környezetvédelmi Minisztérium munkaprogramjában szerepel a klímaváltozással kapcsolatos vállalásaink betartását megalapozó akcióterv kidolgozása. Ha az akcióterv a megújulókat részarányának növelésére pénzügyi támogatási forrást jelöl ki - végig kell gondolni, hogy azt milyen mértékben lenne érdemes szélenergia-demonstrációs programra fordítani.

### Mérések támogatása

A szélérőgépek telepítéséhez a meteorológiai mérésektől teljesen eltérő kis mintavételezési idejű, egyéves folyamatos teljesítménymérésre alkalmas, megfelelő magasságú mérésekre lenne szükség. Magyarországon nagyon kevés ilyen kísérlet történt. Amíg nincsenek hiteles mérések, nehezen képzelhető el bármilyen előrelépés a megvalósítás felé.

### Tisztességes átvételi ár

A jelenleg érvényben lévő átvételi ár nemhogy támogatná a megújuló energiaforrással termelt áramtermelést, de költség-alapon sem indokolhatóan alacsonyan tartja az átvételi árat.

### Szabványok honosítása

A szélenergia-hasznosítást érintő magyarországi szabványok frissítése, avagy a megvalósítás folyamatát meghatározó direktíva honosítása is előrelépést jelentene e téren.

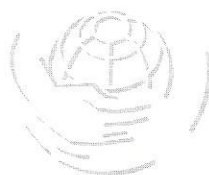
## 5. Esettanulmány helyett\*

\*A „Csináljuk Jól!” füzeteket általában esettanulmányok zárják. Mivel Magyarországon nincs villamosenergia-hálózatra termelő szélérőmű, itt csupán egy jelenleg fomalódó tervet tudunk bemutatni.

### Szélérőmű építése Kulcson

A beruházás célja a kulcsi K-Klinika és a mellette lévő Nyugdíjsház, valamint Kulcs község Önkormányzatának és a falu közvilágításának áramellátása kedvezményes árú energiával. A kiválasztott területen szinte állandó a légmozgás. Az Öreg Debella hegy jelenleg mezőgazdasági gyümölcsös-kert.

Kiderült, hogy az európai gyártók leg többjének kapacitását teljesen lekötik az európai uniós beruházások, és nem tervezik újabb piac nyitását. Az ügynek végül megnyert gyártó szélesebségmérőt telepített Kulcson az általa kiválasztott helyszíntől 150 m távolságban, 35 m ma-





2. ábra. A mérőhálózat pontjai az évi átlagenergia-mennyiség feltüntetésével (W/m<sup>2</sup>)

gasságban. Az 1999. március 1. és június 30. között mért eredmények a következők: a 128 340 perces mérési időből mindössze 1381 perc volt szélcsendes, a szélerősség gyakorisága:

5. táblázat

Szélesség [m/s]	Gyakoriság [%]
0-1	1,0
1-2	4,3
2-3	10,8
3-4	15,0
4-5	15,7
5-6	15,9
6-7	11,7
7-8	10,6
8-9	6,7
10-11	3,6
11-12	1,6
12-13	0,8
13-14	0,6
14-15	0,3
15-16	0,5
16-20	0,5
20-25	0,5

A mérési eredmények alapján a vizsgált helyen és időtartam alatt, 35 m magasságban az átlagos szélesség 5,5 m/s. A tervezett rotormagasság 50 m. A gazdaságossági számításhoz a mérési adatok ehhez korrigálandók. A gyártó által javasolt szélgenerátor 3 m/s szélességnél indul. A mérési idő alatt a nem termelő állapot 16% volt. A 600 kW-os szélérőmű ilyen szélgyakoriságnál a gyártói generátor-karakteristika alapján 1200 MWh éves energia-termelésre alkalmas.

Az érvényben lévő áramvételi szabályozás figyelembevételével és a hálózatra csatlakozás megkönnyítése érdekében hasznos lenne, ha az áramszolgáltató is tulajdonosként venne részt a beruházásban.

Gazdaságosabb a beruházás, ha gyártó csak a szélgenerátort, a rotorlapátokat, a vezérlőegységet és a tornyon belüli kábelezést szállítja. A gyártó a tervek szerint az acéltornyot és az alapozást hazai vállalkozókkal kivitelezetné.

#### Felhasznált irodalom

- 1) EUREC Agency: The Future for renewable energy. Prospects and directions.; James & James Ltd, UK; 1996
- 2) European Commission DGXII: European wind turbine standards. Report EUR 16898 EN; ECSC-EC-EAEC, Brussels, Luxembourg; 1996.
- 3) European Commission: Wind energy. The Facts.; European Communities, 1999.

A SOROZATBAN EDDIG MEGJELENT KIADVÁNYOK:

1. Energiahatékony technológiák alkalmazása a húsuparban
2. Energiahatékony technológiák alkalmazása a sütőiparban
3. Energiahatékony technológiák alkalmazása a tejiparban
4. Energiahatékony technológiák alkalmazása a malomiparban
5. Vízmelegítés napenergiával
6. Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés gázmotorokkal
7. Faapriték-tüzeles

Készült az Energia Központ Kft. munkaközössége közreműködésével

A nyomdai munkálatokat az Európai Unió PHARE HU9512-03-01 programja támogatta.  
A "Legjobb gyakorlat" (Best Practice) módszer bevezetését és ezen kiadvány megjelenését  
a FEMOPET program tette lehetővé.

A kiadásért felelős: Energiahatékonysági és Energetikai Környezetvédelmi Ügynökség Kft.  
1087 Budapest, Konyves Kalman körút 76. [www.energycentre.hu](http://www.energycentre.hu)

Design: Lelkes László  
DTP: Exmayer Bt.  
ISSN szám: 1419-466 X  
ISBN szám: 963 03 7605 9