



# Szélenergia és természetvédelem

Szerkesztette: Fiskus Olga

Írták: Csősz Mónika, Duhay Gábor és Fiskus Olga  
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal

Közreműködtek:  
a Természetvédelmi Hivatal és a nemzeti park igazgatóságok szakértői

Borítóképek:  
B I.: Szélerőmű Ausztriában (fotó: Kellner Sz.)  
B II.: Szélerőmű Kulcson (fotó: Duhay G.)  
B III. térkép – Természetvédelmi szempontból jelentős területek elhelyezkedése  
B IV.: Vonuló madarak (fotó: Böhm A.)

ISBN ...

Grafikai tervezés és nyomdai előkészítés: Line & More Kft.

Nyomdai kivitelezés: Komáromi Nyomda és Kiadó Kft., Komárom

A kiadvány 100%-ig újrahasznosított hulladékpapírból, klórszármazékok és optikai fehérítő felhasználása nélkül előállított, Cyclus ofset papírra készült.

KIADJA  
A KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM  
TERMÉSZETVÉDELMI HIVATALA

Budapest, 2005. május

2	<b>TARTALOMJEGYZÉK</b>	
	<b>Bevezetés</b> . . . . .	<b>3</b>
	<b>A szélerőművek általános adatai</b> . . . . .	<b>4</b>
	<b>Magyarország adottságai szélenergia beruházások tekintetében</b> . . . . .	<b>7</b>
	<b>Szélerőművek engedélyezése</b> . . . . .	<b>9</b>
	<b>Táj- és természetvédelmi szakmai szempontok a szélerőművek helyének megválasztásakor</b> . . . . .	<b>10</b>
	Elhelyezést kizáró okok . . . . .	10
	Szélerőművek elhelyezésének tájésztétikai szempontjai . . . . .	11
	Élővilágvédelmi szempontok . . . . .	18
	Földtudományi érték- és vízvédelmi szempontok . . . . .	21
	Zajhatások . . . . .	23
	Tájrehabilitációs szempontok . . . . .	23
	<b>Összefoglalás</b> . . . . .	<b>24</b>
	<b>Irodalomjegyzék</b> . . . . .	<b>25</b>
	<b>Mellékletek</b> . . . . .	<b>27</b>
	1. sz. melléklet: Kapcsolódó jogszabályok . . . . .	27
	2. sz. melléklet: Fogalomjegyzék . . . . .	28

## BEVEZETÉS

Az ipari fejlődés az elmúlt évszázadok során nagyon sok energiát igényelt és használt el. Kezdetben a gyárak, üzemek közelében lévő erdők kivágásával biztosították a szükséges energiamentisítést, majd a 19. század közepétől a fosszilis tüzelőanyagok, így a szén, a kőolaj és a földgáz kiaknázásával.

A megújuló energiaforrások felhasználása a 20. század végén nyitott új fejezetet. Felismerték, hogy a CO<sub>2</sub> kibocsátás növekedése drámai éghajlatváltozáshoz vezethet. A félelem attól, hogy az energia-ellátás forrásai megszűnnek, felgyorsította a kutatások menetét. Előtérbe kerültek a megújuló energiaforrások, így a víz-, a nap-, a szélenergia és a biomassza energetikai hasznosítása.

A megújuló energiaforrások jelenleginél nagyobb arányú alkalmazása környezetvédelmi és gazdasági szempontból egyaránt szükséges, és egyben Európai Unió kötelezettség is. A felhasználás bővítése a hosszú távú eredményeket tekintve (pl. káros levegőtisztító anyagok kibocsátásának csökkentése), természetvédelmi érdekeket is szolgál. A cél megalapozottsága tehát vitathatatlan, de mint oly sokszor, ebben az esetben sem mindegy, hogy azt milyen módon, milyen eszközökkel és milyen hosszú távú mellékhatásokkal éadjuk el.

Egyre nagyobb az érdeklődés a beruházók részéről szélerőművek létesítésére. Az ország egyes területein nagy kiterjedésű, sok erőműből álló szélerőmű parkok telepítését tervezik. A telepítés szükséges de nem elégséges feltétele a meteorológiai szempontú alkalmasság, az erőművek létesítése során táj- és természetvédelmi követelményeket is figyelembe kell venni.

Akkor keletkezik a legkevesebb kár a természetben, a tájban, akkor kerülhetők el az utólagos, drága kármentesítési beavatkozások, az egyes fajok kihalásáról szóló hírek felröppenése, a lakossági tiltakozások, és nem utolsósorban az európai jelentőségű fajok veszélyeztetésével járó bírságok sorozata, ha a megújuló energiaforrások alkalmazását ésszerűen, körültekintően és tervszerűen valósítjuk meg.

Ez szélerőművek esetében azt jelenti, hogy nem csak egy szempont – az átlagos szélesebesség – lesz irányadó tényező a helyszínek kijelölése során, hanem figyelembe kell venni az összes befolyásolható, illetve többé-kevésbé állandó körülményt. Az előbbiekhez tartozik például az elektromos hálózat területi és teljesítménybeli kapacitása, az utóbbiakhoz pedig a természeti értékek, illetve az idegenforgalmat is megalapozó különlegesen szép tájaink elhelyezkedése. A szempontok közé tartozik természetesen a településhálózat, az úthálózat, a gazdasági háttér, és vélhetően még sok, általunk sem ismert, illetve nem a természetvédelem kompetenciájába tartozó tényező.

## 4 A SZÉLERŐMŰVEK ÁLTALÁNOS ADATAI

A szélérőművek általában 600 kW – 2-3 MW teljesítményűek, és 50-120 méter magasban, forgó tartószerkezeten (gondola) helyezkednek el. A jelenlegi típusok élettartama 20-30 év. Általában a rotor három tollal (szárnyal) rendelkezik és 9-90 km/h (2,5-25 m/s) szélesség tartományban működik. A gazdaságos működéshez általában legalább 24 km/h (6,6 m/s) éves átlagos szélességérték szükséges.

A szárnyas rotor alaptípus mellett ma már működnek (pl. Spanyolországban) más konstrukciós megoldású szélérőművek is – a jelentős helyigény és többnyire az objektum számottevő magassága azonban ezekre is jellemző.

Általában a technológiát három csoportra oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak a közép-, illetve nagyméretű szélturbina generátorok, melyek teljesítménye a 80-as évek óta 50 kW-ról 2500 kW-ra nőtt. A kereskedelemben kapható szélturbinák újabb, 1-2,5 MW-os generációját már sorozatban telepítik. A hálózatba kapcsolt szélturbina generátorok gyakran szélérőmű-parkokban üzemelnek. Toronymagasságuk 40-120 m.

Többféle turbinaváltozat is létezik, jelenleg a legelterjedtebb a háromlapátos, vízszintes tengelyű berendezés, mely szinte teljesen fix forgási sebességgel működik. A változó fordulatszámú megoldások szintén ígéretes előnyökkel kecsegtetnek, és ma már rendelkezésre állnak a széltartalékot értékelő szoftverek és technológiák.

A második csoportba tartoznak a hibrid energiarendszerek közepes méretű szélturbinái, melyeket más energiaforrásokkal kombinálnak, és fotoelektromos-, dízel-, illetve vízhálózatok töltésére, vagy más speciális célokra használnak, mint vízpumpálás, akkumulátor feltöltés és sótalánítás (10-150 kW tartományra).

A harmadik a kicsi, különálló turbinák csoportja, amelyeket akkumulátortöltésre, vízpumpálásra, fűtésre használnak (10 kW tartomány alatt). Jelenleg 200 000 akkumulátortöltő kis szélturbina üzemel a világon. A legelterjedtebb szélenergia-technológia még mindig a mechanikus szélpumpa. 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.

Magyarországon a vízhúzó szélérőművek és az áramtermelő szélérőművek is alkalmazhatók. A kisebb berendezésekkel vízvivattyúkat, víz-szellőztető berendezéseket és áramfejlesztőket működtetnek főleg szigetüzemben, 2-4 m átmérőjű szélkerékkel, 7-10 m magasságú állványokon. Elsősorban külterületeken, illetve infrastruktúrától távol eső területeken javasoltak ezek a 230 W-10 kW-os szélmotoros gépegyeségek, amelyek tanyavillamosításhoz, vízvivattyú tápegység ellátásához (ivóvíz, öntözővíz), halastavak, szennyvíztavak dúsításához, távközlő állomás, szárítóberendezés, villanypásztor, belvíz-áttemelő szivattyú, melegházak, fóliasátrak tápegységének ellátására hasznosíthatók.

A szélérőmű lemezkonténer transzformátor állomás közbeiktatásával kapcsolódik a hálózatra. Az útvér és a helyszínrajz alapján a szélérőmű közelében kerül elhelyezésre. Az állomás 3 m x 4 m x 4 m-es, környezetbe illő festéssel, vagy burkolással készül. A transzformátor állomást, a belső szabályozást, vezérlést, a távolsági adatátvitelt, a szélérőművet gyártó cég szállítja, az erőmű szerves részeként. A szélérőművek számítógépes

ellenőrzése, irányítása történhet telefonvonalon, modemen keresztül vagy közvetlenül. Ezért nincs szükség állandó kezelői jelenlétre, csak a beüzemelés időszakában. Az esetleges üzemzavarok kezelése, a hibaelhárítás számítógépen keresztül távirányítással is elvégezhető.

A szélérőművek megközelítését szolgáló útvonalat előre megtervezve építik ki, többnyire a meglévő földutak felhasználásával. Minden toronyhoz 3,5-5 m széles stabilizált (salak, vagy kőzúzalékos) út vezet. A csatlakozó elektromos hálózatot többnyire földkábelben vezetik a meglévő úthálózat mellett a hálózatra való csatlakozást biztosító állomásig.

A szélérőművek összeszereléséhez az oszlopok mellett kb. 18 x 35 m = 630 m<sup>2</sup> területű ún. daruzási hely szükséges amelyet a szélérőmű felállítása után helyre lehet állítani.

### A szélérőművek telepítése

A szélérőművek telepítése igen komplex és területspecifikus feladat. A projekt megvalósításának bonyolult folyamata során műszaki, gazdasági, környezetvédelmi, valamint táj- és természetvédelmi szempontokat egyaránt figyelembe kell venni. A kezdeti elképzelések a folyamatos egyeztetések során módosulhatnak, illetve – amennyiben kizáró tényező merül fel – megváltozhatnak.

A szélérőművek telepítési helyszínének kiválasztásánál a következő három fő szempont kerül mérlegelésre:

### Szélenergia

A szélből kinyerhető energia számításához, becsléséhez minimum 1 éves, a helyszínen különböző magasságokban végzett szélenergetikai mérési eredmény szükséges, amely alapján elkészíthető az energiahozam-prognózis, vagy a már meglévő mérések alapján végzett modellezés. A mért adatokból kiszámítható, hogy alkalmas-e a terület szélenergia-hasznosításra, milyen típusú, magasságú gépeket alkalmazzanak, illetve telep esetén a gépkiosztást is meghatározzák. Általánosságban elmondható, hogy ha a szélturbina magasságában várható szélesség eredménye legalább 6 m/s-os éves átlagot mutat, akkor a szélérőmű beruházás energetikai szempontból várhatóan gazdaságos lesz.

### Helyszín

A helyszín kiválasztásakor a szélenergia-hasznosítás szempontjain kívül (szélesség, szélárnyék) alapvető fontosságú a terület környezeti, természeti adottságainak, érzékenységének a vizsgálata, a létesítmény befogadása szempontjából (pl.: táji adottságok, természeti értékek, lakott területtől való távolság, egyéb védőtávolságok, stb.). Meg kell vizsgálni, hogy a kiválasztott terület építési szabályozási övezeti besorolása lehetővé teszi-e szélérőmű telepítését. Az övezeti besorolást a helyi önkormányzat által elfogadott településrendezési terv határozza meg.

## 6 Villamos hálózatra csatlakozás

A különböző villamos szélérőgépek felhasználása üzemmód szerint lehet szigetüzem, helyi energia-felhasználással, illetve hálózati üzem, a megtermelt villamos energia elektromos hálózatra történő táplálásával. A leggyakrabban alkalmazott felhasználás a villamos áram közcélú elosztóhálózatra való rátáplálása, amelynek lehetősége (és közelsége) szintén befolyásolja a helyszín kiválasztását. A villamos hálózat csatlakozásának megtervezése után az áramszolgáltatótól lehet a hálózatra csatlakozási engedélyt megszerezni és az átvételre hosszú távú áramátvételi szerződést kötni.

A szélérőművek közvetlen területigénye csekély. Az általuk igénybe vett terület az alaptest(ek) területét és a kiépítendő új úthálózatot foglalja magába, amelyet a mezőgazdasági művelésből – szükség esetén – ki kell vonni. Egy szélérőmű telep esetében, a telep által érintett teljes területnek általában alig 1%-át jelenti a szélérőmű céljára (építésére) igénybe vett terület, a többi 99% fizikailag éppúgy rendelkezésre áll. A ténylegesen igénybe vett területnél azonban jóval nagyobb a telep hatásterülete, azaz zavaró hatásainak (pl.: zaj, vibráló fényhatás, tájképi hatás, létesítés és felszámolás során jelentkező átmenti hatások, stb.) kiterjedése. Az igénybe vett terület is többnyire biológiai szempontból aktív terület csökkenésével jár, szemben például a napenergia hasznosításával, amelynek létesítményei legtöbbször beépített területeken épülnek meg.

## MAGYARORSZÁG ADOTTSÁGAI SZÉLENERGIA BERUHÁZÁSOK TEKINTETÉBEN

7

Magyarország adottságai több szempontból eltérnek a jelentős széleenergia-termelő országokétól. Az élen járó országok többnyire tengerparttal rendelkeznek, szélpotenciáljuk jóval a magyar adottságokat meghaladó mértékű, településszerkezeti adottságaik, a telepítést korlátozó területhasználatuk mértéke, jogszabályaik különböznek a magyarországiaktól.

### Néhány fontosabb ismerv:

- Az Alpokkal és a Kárpátokkal körülvett „szélvédett” Magyarországon a széleenergia viszonylag kicsi, az átlagos szélesebesség 2-6 m/s tartományban mozog. Kedvező, ha 40-50 m magasságban lévő mérőponton 5-6 m/s az évi átlagos szélesebesség, 20-25%-os a berendezés évi kihasználtsága. A meteorológiai szélmérések alapján az Alföldön 70-100 W/m<sup>2</sup> év, Északnyugat-Magyarországon 160-200 W/m<sup>2</sup> év szélpotenciállal lehet számolni. A tengerparttal rendelkező nagy széleenergia-hasznosító európai országokban (Németország, Dánia, Hollandia) a hasznosítható szélpotenciál ennél nagyságrendekkel nagyobb 600-800 W/m<sup>2</sup> év.
- A meteorológiai szélmérések a 10 m-es magasságban lévő szél sebességét és irányát mérik. Energetikai szélmérések többnyire 15-75 m közötti magasságban történnek a telepítés helyszínén legalább 12 hónapig. Míg a nyugat-európai országokban már régóta rendelkezésre áll szélterkép, hazánkban a közelmúltban készült el – a Nemzeti Kutatási Fejlesztési Program keretében, az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) koordinálásával megalakult öttagú konzorcium által – a szélérőművek működési magasságaira vonatkozó szélterkép, amelyet 2005-ben bocsátják a felhasználók rendelkezésére..
- Magyarországon az országos népsűrűség 108 fő/km<sup>2</sup>, amely az ország különböző térségeiben eltérő módon oszlik meg (408-70 fő/km<sup>2</sup>). Az EU-ban használt kritériumok szerint az ország döntő hányada (96,1%-a) vidéki térségnek minősül, ahol a népesség közel háromnegyede él (73,6%-a). A hazai településszerkezetre jellemző az egyközpontúság (Budapest és agglomerációja), a közepes méretű városok viszonylagos hiánya és a vidéki térségekben az aprófalvak nagy száma. A településszerkezeti sajátosságok és az ebből fakadó infrastrukturális adottságok jelentősen korlátozzák a szélérőművek telepítésének lehetséges helyszíneit.
- Magyarország táji- és természeti értékekben gazdag. A Kárpát-medencei fekvésből adódóan a pannon régió sokszínű, egyediséget és különleges egységet is magában hordozó mozaikos jellegű:
  - az ország 9,2%-a egyedi jogszabályban védett természeti terület (10 nemzeti park, 36 tájvédelmi körzet, 145 országos és számos helyi jelentőségű természetvédelmi terület van);
  - jelentős a védett fajok és életközösségek száma (695 védett növény-, 965 védett állatfaj, 498 növény-, 568 állatfaj közösségi védelme biztosított);
  - ex lege védett természeti területek (láp, szikes tó), természeti emlékek (forrás, víznyelő, kunhalom, földvár) együttes számuk meghaladja a 4000-et, valamint a barlangok (közel 3700 ismert) országos védeltséget élveznek.

8 Jelentős kiterjedésű táji- és természeti értéket képviselnek az országos ökológiai hálózat további elemei is. Az értékes természeti terület nagy kiterjedése, a mozaikos szerkezetből adódó érzékenysége jelentős korlátozó tényező a szélérőművek telepítésénél.

Mindezekből adódóan megállapítható, hogy Magyarország a széleenergia hasznosítás, illetve a szélérőmű telepek létesítése szempontjából nem tekinthető kifejezetten ideális területnek.

## SZÉLERŐMŰVEK ENGEDÉLYEZÉSE

9

A környezeti hatásvizgálatról szóló 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet értelmében szélérőmű létesítése 2 MW összteljesítménytől, védett természeti területeken 200 kW összteljesítménytől környezetvédelmi engedély köteles tevékenységnek minősül. A szélmérő tornyok építése építési engedély köteles. A környezetvédelmi engedélyt kiadó hatóság hatáskörében mérlegeli a természet- és tájvédelmi szempontokat is. Az építési engedély megszerzésének előfeltétele a természetvédelmi hatóság szakhatósági hozzájárulása.

A beruházónak szélmérő torony építéséhez be kell szereznie:

- az építési engedélyt;
- az építési használatbavételi engedélyt.

A beruházónak szélérőmű létesítéséhez be kell szereznie:

- a környezetvédelmi engedélyt (a járulékos létesítmények is hatásvizsgálat kötelesek pl. földkábel, légvezeték);
- az építési engedélyt;
- az építési használatbavételi engedélyt;
- az erőmű létesítési engedélyt (50 MW felett).

Szélérőmű park esetén a teljes beruházásra egyszerre kell megkérni az engedélyeket. Ezen kívül a településrendezési tervek készítése és átdolgozása során figyelemmel kell lenni a szélérőmű park terület-felhasználási igényére. Ennek során előfordulhat, hogy egyáltalán nem alkalmas az adott település közigazgatási területe erőmű elhelyezésére.

Nagyon fontos, hogy a lakosság tájékoztatást kapjon a telepítendő szélturbina, vagy szélfarm műszaki, technikai, környezetvédelmi, természetvédelmi vonatkozásairól és arról, hogy milyen előnye, illetve hátránya származik a településnek abból, ha a létesítmény megépül.

A szélérőművek környezetvédelmi engedélyezési eljárása a beruházó kezdeményezésére, az előzetes környezeti hatástanulmány benyújtásával indul. A környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőségnek megvan a lehetősége arra, hogy előírja a megvizsgálandó szempontokat. Táj- és természetvédelmi szempontból lényeges, hogy:

- a környezeti hatástanulmány táj- és természetvédelmi szempontokat is részletesen vizsgáljon;
- a tervdokumentáció tartalmazza a hálózati csatlakozási lehetőségek ismertetését és foglalkozzon annak táj- és természetvédelmi hatásainak vizsgálatával;
- térképek, látványtervek, metszetek mutassák be az erőmű tájra, tájképre való hatását. A telepítés pontos helyéről, a kiszolgáló utakról, a kiszolgáló létesítményekről, a szállítási útvonalról is adjon tájékoztatást;
- a vonatkozó jogszabályi előírások szerint határozza meg az erőművek okozta várható zajterhelést és minősítse azt.



## TÁJ- ÉS TERMÉSZETVÉDELMI SZAKMAI SZEMPONTOK A SZÉLERŐMŰVEK HELYÉNEK MEGVÁLASZTÁSÁKOR

Egy szélerőmű közvetlen helyigénye mintegy 300 m<sup>2</sup>. Ez azt jelenti, hogy ekkora területet vesz igénybe egy turbina alapozása. Ezen felül a feltáró utakat, a transzformátorházakat illetve a vezetékeket is figyelembe kell venni és azokkal együtt lehet a közvetlen hatásterületet meghatározni. A közvetett hatásterület szélerőmű parkoknál természetesen ennél jóval nagyobb – a turbinák számától függően – akár több tíz kilométeres sugarú is lehet.

Táj- és természetvédelmi indokból meghatározott területhasználathoz kötötten ajánlható hozzájárulást adni szélerőművek telepítéséhez, például:

- kevéssé látogatott, természetvédelmi, tájvédelmi szempontból nem értékes területekre, környezetvédelmi szempontból meghatározott távolságra a településektől;
- mezőgazdasági területeken, főként kevésbé értékes szántókon;
- felhagyott ipari területeken (pl. nehézipari központok – volt kohók, hőerőművek, ipari hulladékterek, bányák, egyéb üzemek – helyén).

### Elhelyezést kizáró okok

Szélerőmű nem telepíthető:

- ökológiai hálózat területein: védett természeti területeken, ezek védőövezetén, természeti területeken, (ex lege védett területeken, védett értékeken, valamint felszín alatti védett természeti érték esetén azok felszíni vetületének területén sem) és az ökológiai folyosókon [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 22-52. §, 2003. évi XXVI. törvény az Országos Területrendezési Tervről 13. §, 17-19. §];
- védett állatfajok tömeges előfordulásával jellemezhető, illetve fokozottan védett állatfajok élő-, táplálkozó- és fészkelőhelyén, vonulási útvonalán, és azok közvetlen környezetében [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 8-14. §, 43. §, 1990/7. Nemzetközi Szerződés a környezetvédelmi minisztertől EGYEZMÉNY az európai vadon élő növények, állatok és természetes élőhelyeik védelméről, Berni egyezmény];
- védett növényfajok, növénytársulások tömeges előfordulásának, illetve fokozottan védett növényfajok, növénytársulások előfordulásának területén [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 16-18. §, 42. §, 1986. évi 6. törvényerejű rendelet a vándorló vadon élő állatfajok védelméről szóló egyezmény kihirdetéséről, Bonni Egyezmény, 1990/7. Nemzetközi Szerződés a környezetvédelmi minisztertől EGYEZMÉNY az európai vadon élő növények, állatok és természetes élőhelyeik védelméről, Berni egyezmény];
- nemzetközi szerződés hatálya alá tartozó területeken [Ramsari Egyezmény: 1993. évi XLII. törvény a nemzetközi jelentőségű vadzizekről, különösen mint a vízmadarak tartózkodási helyéről..., Natura 2000: 275/2004 (X. 8.) Korm. rend. az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről, Bioszféra Rezervátum: 1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 29. §]; ezek a felsorolásban szereplő egyéb területi kategóriák valamelyikével a valóságban sokszor részben vagy teljesen átfedésben lévő területeket jelölnek;

- tájvédelmi szempontból értékes védett épületek, építmények közelében [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 7. §];
- egyedi tájértékekhez tartozó területeken [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 7. §];
- világörökség területek, kiemelkedő jelentőségű tájképi értékekkel rendelkező területeken vagy tájképvédelmi övezetekben [1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről 7. §, 2003. évi XXVI. törvény az Országos Területrendezési Tervről 21. §];
- érzékeny természeti területeken egyedi indokoltság esetében [2/2002. (I. 23.) KöM-FVM együttes rendelet az érzékeny természeti területekre vonatkozó szabályokról].

Az 1. sz. ábrán láthatóak a természetvédelmi szempontból jelentős területek. Az áttekinthető térképen kék színnel ábrázoltuk azokat az adott léptékben ábrázolható táj- és természetvédelmi szempontból jelentős területeket, amelyek szélrózsa nem helyezhetők el. Sárga színnel jelöltük a szélerőmű helyének kijelöléséhez vizsgálat alá vonható területeket. Az áttekinthető térképen nem ábrázolható ex lege területek, a védett fajok élőhelyei, a madárvonulási útvonalak, az egyedi tájértékek és a tájképvédelem szempontjából értékes területek, illetve a hálózat e léptékben nem ábrázolható egyéb elemeinek pontos helyét a telepítések helyének kiválasztásakor az illetékes környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőséggel célszerű leegyeztetni.

A védett természeti területek, érzékeny természeti területek, élőhelyek stb. védelme érdekében biztonsági övezetet célszerű kijelölni, azaz ezektől a területektől 800-1000 m-nél távolabb célszerű a szélerőmű elhelyezése.

### Szélerőművek elhelyezésének tájészítéskai szempontjai

A szélerőmű telep látványának megítélése a rendelkezésre álló felmérések szerint igen különböző. Sok ember a tiszta energiát üdvözlő szimbólumként szemléli őket, míg mások a tájkép „művivé” válását említik és csúnyának ítélik a szélerőműveket.

A szélerőművek gyakorlatilag nem tájbailleszthetők. Messziről látszanak – meghatározott domborzati adottságok mellett akár 20 km-ről is. Növényzettel gyakorlatilag nem takarhatók el – ez alól legfeljebb a transzformátorház lehet kivétel – vizuális hatásuk azonban megfelelő elhelyezéssel elviselhetővé tehető, illetve csökkenthető. Domináns tájalkotó elemmé válnak, ezáltal a tájkép – korábbi jellegétől függetlenül – „művi” jellegűvé válik.

Magyarországon az elhelyezés számos területen nem kívánatos, hiszen sűrűn lakott a terület, illetve számos természeti, táji értékkel rendelkezik. Táj- és természetvédelmi szempontból a matt, világos szürke festés felel meg a legjobban. Fontos szempont még a magasság és a darabszám is. Előnyösebb a nem hosszanti, hanem négyzetshálós formában való elhelyezés, mert ez a kialakítás kisebb területre összpontosul.

A kiszolgáló utak vezetése szintén kellő körültekintést igényel. Az utak és a kapcsolódó létesítmények sem érinthetnek védett, illetve értékes élőhelyeket. A védett természeti területek, a természeti területek, az élőhelyek stb. védelme érdekében azok mentén is biztonsági övezetet célszerű kijelölni, azaz a szélerőművek olyan távolságba kerüljenek ezektől a területektől, hogy semmiféle zavaró hatást ne gyakoroljanak rá.

12 (Ez a távolság terület adottságaitól függ, de becsülhetően 800-1500 m lehet). Növényzet telepítése főként a transzformátorházak tájbaillesztése céljából javasolható.

A szélérőműveknek a környezetre gyakorolt hatásai közül a tájképre gyakorolt hatása a legszembetűnőbb. A szélérőmű létesítményeknek ugyanis szabad területen kell lenniük ahhoz, hogy kereskedelmileg „életképesek”, gazdaságos működésük legyenek, ezért jól láthatóak.

A szélérőmű tornyok, melyek közül a jelenleg telepítésre tervezettek a rotorátmérőt is beszámítva a 150 m-es magasságot is elérhetik, igen hangsúlyos vertikális művi jellegű tájelemek, melyek – a domborzati adottságoktól, illetve erdők, erdősávok elhelyezkedésétől is függően – akár 20 km távolságból is észlelhetők.

Ahhoz, hogy megfelelő megalapozottságú tájképi, vizuális hatáselemzések készülhessenek ezekről a létesítményekről, tisztában kell lenni a tájjal összefüggő fogalmakkal is.

A táj egy vizsgált térség vagy település teljes területét magában foglalja. Egy települést is érinthet a közigazgatási terület kiterjedésétől, természetföldrajzi és épített környezeti adottságaitól függően több, vagy kevesebb tájtípus (mezőgazdasági, kertgazdasági, erdőgazdasági, ipari-gazdasági, lakó, üdülő), ill. domborzati, vízrajzi adottságok alapján lehatárolható tájegység, tájrészlet.

A tájak, tájtípusok, tájrészletek sajátos tájlevegét (karakter), az azokat felépítő tájelemek sokfélesége, egymás mellettsége adja. Ezek a tájelemek a természeti, környezeti és – az emberi tevékenység által létrejött – mesterséges elemek.

A tájképet, a „kilátást”, panorámát szemlélő emberben a vizuális benyomást

- a jellegzetes tájformák (elsősorban domborzati nagyformák),
- vonalas jellegű elemek (pl. erdőszegély, faszor, vízpart),
- felületek, foltok (erdők, gyepes területek, mezőgazdasági területek),
- színek (jellemzően zöld és kék, ha a vegetációs időszakot tekintjük),
- és nem utolsósorban a mesterséges létesítmények, építmények, műtárgyak tájban való megjelenése (azok száma, tömegdominanciája, a tájba való illeszkedése, vagy éppen idegensége) adja.

A táji látványhatást befolyásolja az is, hogy az adott nézőpontból milyen távolságra van egy tájrészlet, tájelem. Itt hármas tagolás alkalmazható:

- Az előtér a nézőnél kezdődik és olyan távolságig tart, amelyen belül a táj alkotóelemeinek részletei könnyen megkülönböztethetőek. (Ez nem több 1 km-nél.)
- A középtérben a táj jellegzetes formái, alkotóelemei még felismerhetőek, de a részletek már összemosódnak. (Ez a távolság 1-3 km körüli.)
- A háttér a látóhatárig terjed. (Ez igen változó távolságú lehet, síkvidéken, vagy egy magashegységi kilátópontból több 10 km-re terjedhet.)

A szélérőmű parkok táji megjelenésének elemzésekor előre kell bocsátani, hogy nincsenek egyforma tájak, tájrészletek, másrészt pedig a táj érzékelése és a tájban megjelenő mesterséges beavatkozások, épülő létesítmények megítélése nehéz feladat. Azt feltétlenül szükséges leszögezni, hogy a szélérőművek (különösen a több erőmű-

Szélérőmű alapjának betonozása

13



*A szél turbinák alapozása oszlopként körülbelül 300 m<sup>2</sup> területet vesz igénybe*

A szélérőmű lapátja



*A szélérőmű lapátja 15-20 m-es is lehet (fotó: Kellner Sz.)*



Szélerőmű Inotán (fotó: Fodor Zs.)



Szélerőmű a faluképben (fotó: Kellner Sz.)



Szélerőművek a tengeren (fotó: Böhm A.)



## 16 Szélerőművek és magasfeszültség



*Tájestétikai szempontból előnyös a szélerőműveket a meglévő infrastruktúrák közelében elhelyezni (fotó: Fiskus O.)*

## Zempléni táj



*Különös értéket képviselő tájaink megőrzése érdekében a tájképvédelmi (fotó: Csősi M.)*

## 17

egységből álló szélerőmű parkok) esetében nem elhagyható munkarész a környezeti hatásvizsgálatban a tájképi, vizuális hatáselemzés, esetleg éppen arra való hivatkozással, hogy sok a szubjektív elem.

A szélerőművek lehetséges – és jellemző – negatív tájképi hatásai az alábbiakban foglalható össze:

- igen erős hangsúlyú vertikális elemek (oszlop és rotor együtt a 150 m-es magasságot is elérheti), nagy távolságból láthatók,
- a járulékos létesítmények zavaró hatása a tájban (pl.: tájkarakterhez nem idomuló úthálózat kiépítése, esetleg töltés-bevágás létesítése),
- az állandó mozgásban lévő rotorok látványa,
- műtárgy jellegű mesterséges építmények,
- a fás növényzetet is meghaladó magasságúak, ezért gyakorlatilag nem takarhatók,
- látványhatásuk „elnyomja” a kisebb tájelemeket,
- települési sziluettekben lépték-idegenek, ezért zavaróak,
- csoportos elhelyezésben – főként szabályos formákban (sor, négyzetháló stb.) a negatív hatások sokszorozódhatnak,
- zavaró árnyékhatások,
- zavaró fényvisszaverődések, vibrálások a forgó alkatrészekről.

Mindezek mellett szólni kell azokról a jellemzőkről is, melyek „semlegesek”:

- az érintett területek művelési ágait (mezőgazdasági területhasználat) csak minimális mértékben változtatja meg,
- a tornyok, mint szerelt műtárgyak gyorsan felállíthatók, tehát az építéssel, felvételével járó negatív hatások időtartama rövidebb, mint más energiatermelő létesítmények esetében,
- viszonylag gyorsan lebonthatók, nagyobb beruházást a vasbeton tömb eltávolítása igényel, a terület rekultiválása kis beruházással elvégezhető.

A napfény periodikus tükröződésének (felvillanás) vagy megszakításának (árnyékvibrálás-„diszkóeffektus”) hatásait a gép telepítésénél és a lapátkerek felületi kezelésénél, anyagválasztásánál figyelembe veszik (a lapátkerek anyaga üvegszál-asztró). A villogó hatás fejfájást és szédülést okozhat. Különösen települések közelében, illetve forgalmasabb útvonal szomszédságában telepített szélerőművek esetén jelent balesetveszélyt ez a vibráló hatás. Negatív hatása azonban nem csak az emberre, hanem az állatvilágra (pl. vadállomány) is kiterjedhet. A megfelelő telepítési távolság, illetve toronykiosztás biztosítása mellett (soros telepítés helyett a kedvezőbb hatású hálós telepítés javasolt) a zavaró hatás ebben az esetben csökkenthető.

A szélerőművek okozta árnyék-hatás kisebb problémát jelent, pontosan kiszámítható és a telepítésnél figyelembe vehető. Az árnyékhatás zavaróan hathat azonban egyes állatfajokra (pl.: hüllők). A rotorlapátokról visszatükröződő fény (fényvisszaverő hatás) szintén zavaró, ami a lapátkerek megfelelő felületkezelésével csökkenthető.

### Egyedi tájértékek

Az egyedi tájértékek számbavétele abból a szempontból fontos, hogy a telepítendő szélerőmű, szélerőmű park, vagy annak kapcsolódó létesítménye az adott egyedi tájértéket fizikai minőségében, vagy funkciójában, illetve látványában ne károsítsa. Gondot okozhat például hagyományos teraszos művelésű terület megbontása, illetve az út vezetésével feszület, régi kőhíd veszélyeztetése.

### Élővilágvédelmi szempontok

A szélerőmű telepek tervezését megelőző hely kiválasztás során körültekintően fel kell tárnai a szűkebb és tágabb térség természeti értékeit, és a zavaró hatások hatásterületét is beszámítva lehet szélerőművet telepíteni. Az elkészült hazai előzetes környezeti hatástanulmányok már egyre inkább számolnak ezzel, többnyire külön szakértőket foglalkoztatva a hatások elemzésére, a veszélyeztetett értékek feltérképezésére az élővilág védelme érdekében. Többnyire már az előzetes hatástanulmány elkészítése előtt kikéri a természetvédelmi hatóság véleményét a telepítési helyről, ha kell, módosítanak a helykiosztáson, illetve új területeket keresnek.

A szélerőművek telepítése során a növényvilágra kifejtett hatások a telep által érintett területen, illetve annak közvetlen közelében érvényesülnek, amelyek az alábbiak lehetnek:

- a területfoglalás élőhelyek megszűnését okozza. Kedvezőtlenebb a helyzet, ha a szélerőműveket ökológiai szempontból jelentősebb erdő, gyepterületeken, vizes élőhelyek területén tervezik, amely értékeesebb élőhelyek megszűnésével (fakivágás, gyepfeltörés) jár. Ezeket a helyeket ki kell zárni a telepítésből;
- a szélerőművek és járulékos létesítményeik (utak, földkábelek) építése során taposási károk léphetnek fel. A telepítés legtöbb esetben mezőgazdasági területen történik, ahol a nagyterjedésű szántóföldi monokultúrák ökológiai értéke, biodiverzitása csekély, azaz élővilág-védelmi szempontból várhatóan problémamentes a területválasztás. A járulékos létesítmények (utak, közműhálózat) a mezőgazdasági értékeesebb élőhelyeit (fás cserjesávok) azonban ez esetben is veszélyeztethetik;
- módosulhatnak a környezet mikroklimatikus viszonyai, a vegetáció életfeltételei (pl. fás területeken létesülő erőművek során a fakivágások megbontják az állományt, újabb szegélyhatások kialakulásához vezethet);
- a szélerőművek és járulékos létesítményei élőhelyek fragmentációját, majd degradálását okozhatják;
- az árnyékhatás többnyire nem okoz kedvezőtlen hatást;
- a lapátokról szétcsapódó jég problémát jelenthet. Mezőgazdasági területen a vegetációs időszaknak lényegében nincs időbeli átfedése a jeges (téli) időszakkal, így ez esetben a károsító hatás nem jelentős.

A szélerőművek élővilágra gyakorolt hatását elemző külföldi szakirodalom elsősorban a madarakra vonatkozó hatásokra terjed ki. A külföldi tapasztalatok többnyire az 1990-es évektől, a szélerőenergia-hasznosítás fellendülésétől kezdődően állnak rendelkezésre. Kezdetben a turbinák környezetében regisztrált madárpusztulások mértékére, majd a madárvonulást befolyásoló hatások elemzésére, illetve ajánlások megtételére vonatkoznak.

Hazai tapasztalatokból – az eddig megvalósult hat beruházás óta eltelt rövid idő miatt – még nem vonható le megbízható következtetés. Az erőmű-létesítés egyik előfeltételként készítenő környezeti hatásvizsgálatok az utóbbi években már kitérnek a szélerőművek madártani hatásaira is. Ezek a vizsgálatok kezdetben a külföldi szakirodalomban rejlt tapasztalatokra vonatkoztak, az újabb hatásvizsgálatok azonban már kitérnek a tervezett telephely tágabb környezetének madártani vizsgálataira, a madár-élőhelyek, vonulási útvonalak feltérképezésére is. A terépvizsgálatok azonban általában igen rövid időszakra vonatkoznak, amelyekből nem lehet egyértelmű és megbízható következtetéseket levonni.

A külföldi szakirodalom egyik összefoglaló anyaga az Európai Közösség felkérésére a BirdLife (2002. okt.) által készített vizsgálat, amely a Berni Konvenció rendelkezései szerint készült. A szakirodalom három potenciális veszélyforrást jelöl meg, amelyekkel a szélerőmű telepek a madarakat veszélyeztetik. Ezek:

- Ütközések által okozott halálozás;
- Zavaró hatás, amellyel a madarak a természetes vándorlási útvonalak megváltoztatására kényszerülnek;
- Élőhely-vesztés.

### Ütközések

A madarak gyakran ütköznek olyan szerkezetekkel, amelyeket nehezen látnak, különösen a nagyfeszültségű távvezetékkel, árbocokkal, oszlopokkal, épületek ablakaival, de elpusztítják őket a mozgó járművek is az országúti forgalomban. A pusztulás mértéke valószínűleg jóval magasabb a megtalált egyedek számánál. Nem lehet az összes tetemet megtalálni a ragadozók általi elhordás, illetve a tetem elbomlása (magas vegetációban lévő kis testű madarak nehezen megtalálhatók) következtében. A ritka, világviszonylatban is veszélyeztetett fajok minden egyede komoly veszteséget jelent, így különösen a ritka, alacsony populáció számú, hosszú várható élettartamú, alacsony éves szaporodást produkáló és az ivarérettséget lassan elérő fajok esetében.

A madárpusztulások három okra vezethetők vissza:

- a madarak nem érzékelik a forgólapátokat, nekik repülnek;
- a vonuló madarakat vonzzák a széltornyok irányfényei, megzavarodhatnak, és különösen ha kimerültek vagy ha rosszak a látási viszonyok, a szerkezetnek repülnek;
- a szélerőművekkel kapcsolatos magasfeszültségű vezetékeknek, vagy rögzítő köteleknek ütköznek, különösen a gyorsan, szoros kötélekben és alacsony magasságban repülő madarak (pl. vízimadarak, parti madarak) esetében, esetleg a szélerőműveket körülvevő közepesfeszültségű vezeték tartó oszlopokon megpihelve áramütést szenvedhetnek. Az ütközések kockázatát egyaránt befolyásolják az időjárási viszonyok (különösen a szélsébeesség), a repülési magasság és stílus, valamint a faj, az egyed életkora és az éves ciklusban való helyzete. A település helyének kiválasztása alapvetően befolyásolja az ütközési kockázatot.

**Zavaró hatások**

A zavaró hatás történhet a szokásos repülési útvonalak akadályozása révén, részben a szélerőmű (vagy telep), mint fizikai akadály, illetve egyéb zavaró hatása (zaj, árnyék, vibráló hatás stb.), illetve fokozódó emberi jelenlét révén, különösen az építés – bontás időszakában.

Számos vizsgálat igazolta, hogy a turbinák akadályozzák a madarak mozgását. A madarak – nagyobb szélerőmű telepek esetében – megváltoztatják repülési útvonalukat, melyek a turbinákat kikerülve, azoktól távolabbra helyeződnek át, illetve felette, vagy mellette haladnak el biztos távolságban.

**Élőhelyek elvesztése**

Élőhelyek elvesztését okozzák szélerőmű tornyok és járulékos létesítményei (utak), ha az általuk igénybe vett területek biológiai szempontból aktív területek feltörésével, leburkolásával, azaz élőhelyek megszűnésével járnak. (Különösen veszélyes ez, ha a létesítmények – nem kellő gondossággal telepítve – értékes élőhelyen, fontos táplálkozási területen létesülnek.)

A vonuló madárcsapatok elkerülik a szélerőműveket, ezzel esetenként olyan mértékben változik meg a repülési útvonaluk, ami a hagyományos repülési útvonalak és a vonuláskor rendszeresen felkeresett pihenő/táplálkozó helyek drasztikus megváltozását – felhagyását – eredményezheti.

Itt is nagy a szórás az egyes fajok között, de jelentős különbségek adódnak a tekintetben is, hogy egyesével, vagy nagy csapatban tartózkodnak-e a madarak, illetve hogy táplálkoznak-e, vagy pedig pihennek (utóbbiak általában bizalmatlanabbak). Nagy a különbség ugyanazon faj helyben költő, illetve itt telelő, vagy kóborló egyedei között is, pl. egerészölyvnel.

A szélerőművek térségében lévő emlősökre nézve kedvezőtlenebb zavaró hatások a szélerőművek építésének időszakában jelentkeznek (emberi jelenlét, fokozódó zajhatások, légszennyezés). Az építés fázisa nyugtalanná teszi az állatokat, esetleg elvándorláshoz is vezethet. Bizonyos esetekben az állatoknak nincs lehetőségük új területek elfoglalására, különösen jellemző ez a nem migráló fajokra. Az elvándorlás azonban csak másodlagos jelenség lehet. A zavaró hatással járó nyugtalanlás kisebb szaporodási képességhez és betegségek jelentkezéséhez vezethet.

A kutatások a denevérek esetében is rámutattak arra, hogy a szélerőműveknek nagy hatása van e fajokra. A legveszélyeztetettebbek a magasan (30 m-nél magasabban) repülő fajok. A halálokok között több feltételezés is napvilágot látott. Ezek:

- a szélturbinák vonzhatják a denevéreket a rotor tengelyének magasabb hőmérséklete révén;
- zavarhatják a denevérek tájékozódási képességét azáltal, hogy a rotor alakja következtében a denevérek által kibocsátott ultrahangot nem a denevérek irányába verik vissza a szélerőművek lapátjai;
- az irányfények vonzhatják a zsákmányállatokat, a rovarokat;
- a rotorok mozgása következtében keletkező nyomáskülönbség is okozhatja a denevérek pusztulását.

A szakirodalom a rovarokat a szélerőművek legnagyobb ellenségének tünteti fel. A szélturbina lapátjaira felkenődött rovarok jelentős mértékben csökkentik a szélerőművek hatékonyságát. A szakértők szerint az erőmű hatékonysága – a lapátokon felhalmozódó rovarréteg miatt – akár 25%-kal is csökkenhet. A rovarpusztulás annál erőteljesebb, minél nagyobb szél van. A rovarok számára az irányfények jelentenek vonzó hatást, ami többnyire a vesztüket okozza.

A telepítésre nem javasolt területeken kívül létesítendő szélerőművek esetében a konkrét létesítmény tervezése és az engedélyeztetési eljárás során az élővilágvédelmi szempontokat célszerű egyedileg megvizsgálni, és annak alapján javasolható az engedély iránti kérelem elbírálása. Célszerű a létesítendő erőmű hatását az élőlényekre prognosztizálni, vizsgálva, hogy milyen mértékben változtatják meg viselkedésüket, beleértve az esetleges elvándorlásukat is. Az üzembe helyezett erőműveknél javasolható olyan monitorozás végzése, amely az élővilágra gyakorolt hatásait vizsgálja.

**Földtudományi érték- és vízvédelmi szempontok**

Az építés-bontás időszakában a szélerőmű-park területén, megközelítési útvonalán (útjavítás és használat miatt) és az energiát szállító földkábelek tervezett nyomvonalain tapasztalható talajt érintő hatás, mégpedig a munkagépek, illetve a szállító járművek kenő- és üzemyanyagának csöpögése, elfolyása miatt. Megfelelő műszaki állapotban lévő gépek használatával a talaj szennyezése megelőzhető.

A munkagépek mozgása, illetve az utak kialakítása ezen kívül talajszerkezet-romlás (tömörödést) vonhat maga után, valamint zöldkárok is jelentkezhetnek, ezért célszerű a munkálatokat a vegetációs időn kívül elvégezni.

A terület-igénybevétel során figyelemmel kell lenni a termőföldről szóló 1994. évi LV. törvény előírásaira. A széltornyok területét a művelésből ki kell vonni, e miatt a gyengébb minőségű földterület igénybe vételét célszerű előtérbe helyezni. Nagyobb szélerőmű telep esetében a földterület nagy része éppúgy művelhető, mint azelőtt.

Az építési folyamat során az alapozáshoz szükséges munkagödör területe kerül kiadásra. Az oszlopok alapján kiadásakor, a földkábelek fektetések a talaj szerkezetének védelme érdekében a felső humuszos talajt a többi kitermelt földtől elkülönítve kell deponálni, majd az építési terület rendezésekor fel lehet használni. A kiemelt, humuszt nem tartalmazó fölösleges földet az építési területről részben elszállítják, de jelentős részét az elkészült alapra, kis dombként visszatermelik.

Nagyobb szélerőmű park esetén a tornyok mély alapozása a talajvíz áramlási viszonyaira is hatással lehet. A megváltozott áramlási viszonyok a talaj kiszáradásához vagy vízpangáshoz vezethetnek, befolyásolhatják a környező területhasználatot, művelést.

A felszíni vizekre való hatás részben a vízpartok menti területek – élőhelyek – veszélyeztetése révén érvényesül. A vízfolyások fontos elemei az ökológiai hálózatnak. Jelen-tősebb beavatkozással jár a szélerőmű építése a nagyobb relief-energiájú területeken. A széltornyok és a járulékos létesítmények építése (bevágás-feltöltés) fokozhatja a víz- (és szél) eróziót, ezzel a termő területekről a vízfolyásokba a tápanyag-bemosódást, „elősegítheti”, fokozhatja azok feltöltődését.

A mozgalmasabb domborzatú területeken megbonthatják a táj kialakult felszíni formáinak, forma-együtteseinek harmonikus képét. Fokozott figyelmet érdemelnek a sajátos földtani, felszínalaktani képződmények, értékek (pl.: töbrök, víznyelők, sziklaalakzatok), melyek a telepítés szempontjából kerülendők. Ellenkező esetben – a kedvezőtlen tájképi hatások mellett – az élettelen, nem megújítható természeti erőforrások és ezeken keresztül az élővilág életfeltételei is károsodhatnak.

A széltornyok igen jelentős – több száz tonna – súllyal nehezednek a talajra, talajképző kőzetre. Tömörítő hatások függ azok szilárdságától, teherbíró képességétől. Kedvezőtlen, hogy a környezeti hatásvizsgálatok ezzel a problémával nem foglalkoznak és csak az építési engedélyezési eljárás során készül erre vonatkozó talajmechanikai szakvélemény .

Fokozott a veszély a karszterületek (különösen a nyílt karsztok) vonatkozásában. A több egységből álló, bebetonozott széltornyok a kőzet-karsztvíz felszíni víz-utánpótlásában okozhatnak változást (változó el-, lefolyási viszonyok). A jelentős súlyú terhelés hatás pedig a repedésekkel, járatokkal, üregekkel jellemzett kőzetek szerkezetében okozhat vissza nem fordítható változásokat. Karszterületen a telepítés általánosságban kerülendő. Amennyiben erre mégis sor kerül, különösen körültekintően kell eljárni. A régészeti értékek, ősmaradványok védelme szempontjából a területet a telepítés előtt javasolt feltárni. Ritka kifejlődésű, tudományos jelentőségű kőzettípuson, képződményen nem javasolható építmény elhelyezése. Az országos ex-lege védelmet élvező barlangok védelme teljes járatrendszerén kívül kiterjed – többek között – befoglaló kőzetére is. Felszíni vetületén (védőövezetén) a beépítés korlátozására szükség van.

A talajszerkezet bolygatása esetén, illetve talajerózió elleni védelem érdekében célszerű meghatározni azt a maximális lejtésszöveget, amely mellett még lehetséges a biztonságos telepítés. Védett és védendő felszíni és felszín alatti formák esetében nem javasolt a telepítés. Föld alatti képződmények védelmére kiemelten figyelni kell, ezek földfelszíni vetületét is figyelembe kell venni.

Felszíni vizek védelme érdekében a vízpartok mentén – területtől függően – védőtávolság kijelölése indokolt lehet. A távlati és üzemelő ivóvízbázisok védelme érdekében – a sérülékenységi figyelembe vételével – javasolt a védőterületre, a védősávra és a védőidomra vonatkozó előírások betartása.

A felszíni és felszín alatti képződmények védelmére egyaránt kiemelt figyelmet kell fordítani:

- erózió elleni védelemre;
- talaj szerkezetének védelmére;
- felszíni és felszín alatti földtani és felszínalaktani értékekre és azok felszíni vetületére (pl.: karsztjelenségek, barlangok, víznyelők);
- ősmaradványokra, ősmaradvány-lelőhelyekre, régészetiileg védett területekre;
- domborzatra, mikrodomborzatra, felszínformákra, formaegyüttesekre;
- a terület vízháztartására, a felszíni és a felszín alatti vizek védelmére;
- természetes vízpartok védelmére;
- a felszíni és felszínalatti vizek kapcsolatára.

## Zajhatások

A szélerőművek által keltett hang kétféle forrásból származik: mechanikai eredetű zajok, valamint az aerodinamikai folyamatok révén keletkező zajok. A fémrészek egymásnak ütdőése, súrlódása során keletkező mechanikai eredetű zajok a szélerőmű esetében minimálisak. A másik zajforma aerodinamikai folyamatok révén, azaz a szél ütközése során keletkezik.

Az aerodinamikai zajt a hajtómű és a szárnyakról leváló légáramlatok okozzák. A szárnyak (tollak) szögállásának működés közbeni változtatásával ez a surrogó zaj mérsékelhető, ez azonban csökkentheti a hatásfokot.

A hangnyomás szintje a szélerőműtől 40 méter távolságban 50-60 dB(A), nagyjából ugyanolyan szintű, mint a beszélgetésé. 500 méterrel távolabb lévő háznál, amikor a szél a turbina felől a ház felé fúj, a hangnyomás szintje körülbelül 35 dB(A), ami annak a hangnak felel meg, ami egy nyugodt házon belül van.

A géptől 450 m távolságban a zaj mértéke már elenyésző, 40 dB(A) alá csökken, ami a lakóterületre vonatkoztatott határértéknek felel meg. Védett természeti területek esetében ez az érték magasabb, melyet a telepítésnél – számításokkal alátámasztva – figyelembe kell venni.

Az infrahangok létezéséről nem régóta vannak ismeretek. Infrahangnak az emberi hallótartomány alatti hangokat nevezzük. Az emberi hallótartomány 20-20 000 Hz közötti. A 20 Hz alatti infrahangok zajhatása 190 dB(IL) fölött nagyon veszélyes, 130 dB(IL) alatti értékeknél egészségkárosító hatása nincs. Az infrahangok huzamosabb idő alatt fáradtságérzetet, szédülést, hányingert és egyéb (légzési, szívzavarok) zavarokat okozhatnak. Magyarországon szélerőművek esetében még ilyen mérések nem történtek. A külföldi szakirodalom szerint szélerőművektől 600 m-re az infrahangok már alig érzékelhetőek 63 dB(IL).

A különböző zajok élővilágra gyakorolt hatásának mérsékléséhez – vizsgálatokra alapozva – védőzóna kialakítása indokolt lehet.

## Tájrehabilitációs szempontok

A tájrehabilitáció elsősorban a felépített műtárgyak (szélerőművek) teljes leszerelését jelenti, amelyek elszállításáról, elhelyezéséről, hulladékként való kezeléséről, illetve újrafelhasználásáról gondoskodni kell. A betonalap kiemelése és eltávolítása után a megmaradt gödröt és annak környékét minimálisan az eredeti állapotnak megfelelően kell visszaállítani. A terveknek tartalmazniuk kell az utak, a transzformátorházak teljes felszámolását, ha szükséges a talaj termőföldrétegének helyreállításával együtt. Mindkét fázishoz tájrehabilitációs tervet javasolt készíteni. A tájrehabilitációs tervek az engedélyezési terv részét képezik.

A tájrehabilitációnak két lépcsőfoka van: a terület helyreállítása a létesítés, illetve a szélerőmű felszámolása után. A szélerőmű építetőjének (tulajdonosának, működtetőjének) feladata az építési munkálatok befejeztével a környezet eredeti állapotának helyreállítása.

A szélerőművek építése során igénybe vett többletterületeket (pl.: daruzási hely) közvetlenül/azonnal az építés befejezése után helyre kell állítani.



A szélerőművek végleges felszámolása után a 25-30 évre tervezett létesítmények elbontása és elszállítása után, a levonulást követően a területet mielőbb rendezni és hasznosítani kell. Kérdéses, hogy a gazdaságosan működő erőművek helyén – élettartamuk lejártá után – újabb létesítmények üzemeltetésére lesz-e igény, ami „állandósítja” annak tájban való megjelenését, hatásait.

Az alaptestek vonatkozásában kétféle alternatíva mérlegelhető.

1. Az alaptest beton alapzatának elbontása és eltávolítása. Ez a költségesebb, de környezeti, táj- és természeti szempontból általában kedvezőbb megoldás. Már az alaptest készítése során célszerű a végső robbantáshoz szükséges üregek „beépítéséről” gondoskodni. Az elbontás során a törmelékét előzetesen megtervezve el kell szállítani és gondoskodni kell annak elhelyezéséről.
2. Az alaptestek helyben hagyása. A beton alap földdel letakarva továbbra is idegen testként a földben marad, de azon természetközeli élőhely nem tud kialakulni, ezért fennáll a gyomosodás veszélye. Előfordulhat azonban olyan eset is, hogy a környező természeti értékek, vagy egyéb – nem agyagi szempontok – nem teszik lehetővé az alaptest robbantását.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A megújuló energiaforrások felhasználásával csökkenteni lehet az emberiség növekvő energiaigényének kielégítése mellett a környezet szennyezését és a klíma védelmét. A megújuló energiaforrások alkalmazása a meglévő energiakészletekkel való takarékoskodás és a környezetterhelés csökkentése szempontjából szükségszerű, annak ellenére, hogy a megújuló energiaforrások elterjedésének legnagyobb akadályát az alkalmazás magas költségeivel magyarázzák. A technika jelenlegi állásánál a megújuló energiaforrások nem tudják helyettesíteni, kiváltani a fosszilis tüzelőanyagokat, csak azok növekedési ütemét tudják csökkenteni, illetve a biztonságos ellátás érdekében kiegészítik azokat.

Az energiatermelés korszerűsítése, a természet és a táj védelme olyan megoldást igényel, amely hosszútávon biztosítja a szükséges energiatermelést, miközben megőrzi a természeti és táji értékeket, területeket. Amennyiben a fenti követelményeknek megfelelő szélerőmű parkok jönnek létre, úgy valóban „zöld energia” termeléséről beszélhetünk.

## IRODALOMJEGYZÉK

Birdlife, (2002): Windfarms and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues, Birdlife, Strasbourg

Csőszi M.- Fiskus O. – Böhm A. (2004): Szélerőművekről – másképpen // Környezetvédelem XII. évf. 4. szám 17-18. o.

European Wind Energy Association (1999): Wind Energy, The Facts, Brussels.

Gyarmati E. és mtsai (2005): Természet- és tájvédelmi koncepció kidolgozása a szélerőenergia magyarországi hasznosításának területi vonatkozásairól, Kutatás, VÁTI Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Közhasznú Társaság

Rössler, M (1994): Analyse möglicher konflikte zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz im Nördlichen Bezirk Neusiedl, Konfliktanalyse und Taubzonenausweisung

Scottish Wildlife Trust (1994): Wind Energy Policy, Scottish Wildlife Trust,

Természetvédelmi Hivatal, összesítés, 2004: A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatalának összesített adatai, 2004. december 1.

Természetvédelmi Hivatal (2005): Tájékoztató a szélerőművek elhelyezésének táj- és természetvédelmi szempontjairól, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal

Váczai és tsa, (2004): Váczai Miklós szakirodalmi összeállítása Dörögman Csilla szakirodalmi gyűjtése nyomán, 2004.

Wantuchné és tsai, (2005): Széltérképek Magyarországról, 2005, Szélerőenergia Magyarországon konferencia

Windleitfaden, (2001): Windleitfaden, Leitfaden zur Genehmigung von Windkraftanlagen im Freistaat Sachsen

Wolfner, A. (2003): Szélturbinák és szélerőművek, Légből kapott energia // Természet-tudományi Közöny, 133 évf. 11. füzet,

WWF, (2001): Wind farm development and nature conservation, WWF, English nature, RSPB, Windenergy, 2001

[http://europa.eu.int/comm/energy/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/energy/index_en.html)

<http://www.awea.org/wew/816-1.html>

<http://www.bsc-eoc.org/peiwind.html>

<http://www.cogreenpower.org/Wind.htm>

<http://www.currykerlinger.com/studies.htm>

<http://www.currykerlinger.com/windpower.htm>

<http://www.energycentre.hu/ekh.htm>

[http://www.enn.com/news/enn-stories/2001/02/02092001/windbird\\_41856.asp](http://www.enn.com/news/enn-stories/2001/02/02092001/windbird_41856.asp)

<http://www.eren.doe.gov/wind/faqs.html>

- 26 <http://www.eren.doe.gov/wind/feature.html>  
<http://www.greenenergyohio.org/default.cfm?exec=Page.View&pageID=135>  
<http://www.heartland.org/environment/jul02/wind.htm>  
<http://www.iclei.org/efacts/wind.htm>  
[http://www.mgte.hu/04szakmai\\_anyagok/koolaj\\_foldgaz.htm](http://www.mgte.hu/04szakmai_anyagok/koolaj_foldgaz.htm)  
[http://www.mgte.hu/04szakmai\\_anyagok/koolaj\\_foldgaz.htm](http://www.mgte.hu/04szakmai_anyagok/koolaj_foldgaz.htm)  
[http://www.nationalwind.org/pubs/avian98/07-Strickland\\_etal-CARES.pdf](http://www.nationalwind.org/pubs/avian98/07-Strickland_etal-CARES.pdf)  
<http://www.nationalwind.org/pubs/avian98/20-Richardson-Migration.pdf>  
<http://www.nationalwind.org/pubs/permit/permitting2002.pdf>  
<http://www.nativeenergy.com/wind-farms.html>  
<http://www.newwindenergy.com/regional/mid-atlantic/faq.html>  
<http://www.reak.hu/kk/023a.htm>  
<http://www.saveoursound.org/birdkills.html>  
<http://www.southbristolviews.com/WindMills/WindMills.html>  
[http://www.sustdev.org/energy/articles/energy/edition2/sdi2\\_6\\_3.pdf](http://www.sustdev.org/energy/articles/energy/edition2/sdi2_6_3.pdf)  
<http://www.wind.ecw.org/cat1c.html>  
<http://www.windpower.dk/tour/env/birds.htm>  
<http://www.windpower.dk/tour/env/birdsoff.htm>  
<http://www.windpower.org/tour/env/index.htm>  
<http://www.winfo.hu/>

## MELLÉKLETEK

### 1. sz. melléklet: Kapcsolódó jogszabályok

2003. évi XXVI. törvény az Országos Területrendezési Tervről
2001. évi CX. törvény a villamosenergiáról
2000. évi CXII. törvény a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet Területrendezési Tervének elfogadásáról és a Balatoni Területrendezési Szabályzat megállapításáról
1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
1996. évi. LIII. törvény a természet védelméről
1995. évi LIII. törvény a környezet védelméről
1994. évi XLVIII. törvény a villamosenergia termeléséről, szállításáról és a szolgáltatásáról
1993. évi XLII. törvény a nemzetközi jelentőségű vadzónákról, különösen mint a vízi-madarak tartózkodási helyéről szóló, Ramsarban, 1971. február 2-án elfogadott Egyezmény és annak 1982. december 3-án és 1987. május 28.-június 3. között elfogadott módosításai egységes szerkezetben történő kihirdetéséről
1986. évi 6. törvényerejű rendelet a vándorló vadon élő állatfajok védelméről szóló egyezmény kihirdetéséről (Bonni Egyezmény)
- 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási rendszerek védelméről
- 275/2004. (X. 8.) Korm. rendelet az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről
- 20/2001. (II. 14.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálatról
- 166/1999. (XI. 19.) Korm. rendelet a tájvédelmi szakhatósági hatáskörbe tartozó engedélyezési eljárásokról
- 46/1999. (III. 18.) Korm. rendelet a hullámterek, a parti sávok, a vízjárta, valamint a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról és a hasznosításáról
- 105/2003. (XII. 29.) GKM rendelet az átévételi kötelezettség alá eső villamos energia átvételének szabályairól...
- 2/2002. (I. 23.) KöM-FVM együttes rendelet az érzékeny természeti területekre vonatkozó szabályokról
- 1107/1999. (X. 8.) Korm. határozat a 2010-ig terjedő energiatakarékossági és energiahatékonyság-növelési stratégiáról
- 1990/7. Nemzetközi Szerződés a környezetvédelmi minisztertől EGYEZMÉNY az európai vadon élő növények, állatok és természetes élőhelyeik védelméről (Berni Egyezmény)

## 2. sz. melléklet: Fogalomjegyzék

**Bioenergia:** Az élő szervezetekben és elhalásuk után belőlük származó szerves anyagokban lévő kémiai energia, amely a zöld növények által fotoszintézis útján megkötött napenergiából származik.

**Biomassza:** Biológiai eredetű szervesanyag tömeg. Energetikai célú felhasználásra elsősorban a növényi eredetű biomassza alkalmas.

**Degradált terület:** Olyan terület, ahol a természetes rendszerek (növénytakaró, állatvilág) állapotához képest leromlott.

**Geotermikus energia:** A Föld belsejében keletkező, a felszín alatti hőáramban meghatározott szintig feljutó, és ott a kőzetekben, ill. a pórusvizekben tárolódó energia. Szűkebb értelemben a felszín alatti víz hőenergiája.

**Gondola:** Gépház a szélerőmű torony tetején.

**Lapát = Toll:** A szélkerék azon része, amelyet a szél közvetlenül meghajt.

**Madárvonulási útvonal:** A légtérben elhelyezkedő folyosó, amelyet a vonuló madárfajok vándorlásuk során rendszeresen használnak.

**Rotor:** A szélkerék forgó része.

**Szélerőenergia:** A levegő földfelszínhez viszonyított mozgása (légáramlás) által létrejövő energia, amely megfelelő feltételek esetén energiatermelésre is hasznosítható.

**Szélerőenergia-hasznosítás:** Energiahasznosítási módszer, amely folyamatosan erős széljárású területeken, közvetlen munkavégzésre vagy elektromos energia előállítására kialakított szélenergia-átalakítóval történik.

**Szélenergia-park vagy szélenergia-telep:** Több, egymás közelében elhelyezett szélenergia-átalakítóval álló energiatermelő létesítmény.

**Szélenergia-átalakító:** A szél energiáját elektromos áram termelésére hasznosító berendezés.

**Szélenergia-telep:** Szélenergia-átalakító-park

**Szélirány:** Az az irány, ahonnan a szél fúj.

**Szélenergia-átalakító:**

1. A szél energiája által forgatott berendezés, amely a dinamó elve alapján (a szél által hajtott turbina egy villamos generátorhoz kapcsolódik) áramot állít elő.
2. Kis teljesítményű szélenergia-átalakító. *ld. szélenergia-átalakító.*

**Szélenergia-átalakító torony:** Több tíz méter magas tartószerkezetből és a rajta elhelyezett meteorológiai berendezésből áll, amely a szél mérésére szolgál. A WMO (World Meteorological Organization) előírása szerint a meteorológiai hálózatok a világon mindenütt egységes 10 m magasságban mérik a szelet. Az ún. energetikai célú szélenergia-átalakító két szinten végzik, rendszerint 10 m a legalsó szint, a felső az oszlop magasságától függ (akár 70 m is lehet).

**Szélenergia-átalakító:** A szél erősségét fejezi ki, mérőszáma km/h ill. m/s.

**Szélenergia-átalakító:** A szél mozgási energiáját lapátszerkezet segítségével forgó mozgássá átalakító gép.

**Tetőszélenergia-átalakító:** Leggyakoribb szélenergia-átalakító.

