



Földhasználat és telepítési helyszínek a szél és a napenergia viszonylatában

2024. 07. 02.

Legyen szó szénről, gázzal, nukleáris vagy megújuló energiaforrásról, minden energiatermelési mód, minden erőmű területet foglal. A megújuló energiák hasznosítása, a rájuk jellemző alacsonyabb energiasűrűségből fakadóan, nagyobb területet igényel. Ebből következően a földterület-hasznosítás a megújuló energiák esetében sarkalatos kérdés, hiszen bizonyos esetekben nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségű szabad terület, és az egyes földhasználati módok egymással versengenek. Az országos vagy helyi energiarendszerek, hálózatok tervezésekor figyelembe kell venni a különböző energiaforrásokból egységnyi területen megtermelhető energia mennyiségét is.

Az energiatermelés földhasználatra gyakorolt hatásait több szempontból érdemes vizsgálni. Az első a műszaki/technológiai kérdés, hogy mekkora terület szükséges ahhoz, hogy a kívánt energiamennyiséget a kívánt forrásokból előállítsuk. A második annak áttekintése, hogy az energetikai céllal hasznosított területen milyen más földhasználati módot zárunk ki (pl. mezőgazdasági termelés). A harmadik az esztétikai szempont, hogy tájaink mekkora részét és milyen módon, milyen vizuális hatással foglalhatják el ezek a technológiák, vagyis miként változtatják meg a tájképet. A negyedik pedig a földhasználatnak a természetes élőhelyekre és a környezetre gyakorolt hatásai.

Magyarországon a szélerőművek területhasználatát elsősorban a naperőművekével érdemes összehasonlítani, hiszen az áramellátás és energiarendszer-tervezés szempontjából egymás alternatívái/kiegészítői lehetnek, és mindkét esetben az áramtermelés egy időjárásfüggő megújuló forrásból történik. Mind a nap-, mind a szélenergia megfelelő mennyiségben áll rendelkezésre ahhoz, hogy akár Magyarország teljes áramszükségletének megfelelő energiamennyiséget állítsunk elő velük éves szinten, ugyanakkor szem előtt kell tartani azt is, hogy korlátozott az áramtermelésre szánt területek mérete, a villamos energia hálózat terhelhetősége (ingadozó termelés befogadása) és az anyagi források is.

A napenergia és a szélenergia teljesítménysűrűsége Magyarországon - mennyi energia áll rendelkezésre?

Magyarország területén a napsugárzás teljesítménysűrűsége 900-1000 W/m², az éves szinten rendelkezésre álló energia mennyisége 1200 - 1500 kWh/m², amiből a napelemek 15-20%-os hatásfokkal nyerik ki az energiát¹. Megjegyzés: a klímaváltozás kevés pozitív hatásainak egyikeként az utóbbi 10-15 évben az éves napsütéses órák száma jelentősen nőtt Magyarországon: évi 2000 órától nagyjából évi 2300 órára. A napelemes rendszerek éves átlagban 14-15%-os kihasználtsággal képesek működni.

A szélenergia teljesítménysűrűsége jóval nagyobb szórást mutat Magyarországon: 130-680 W/m², Borsod megye északi részén a legalacsonyabb, a Bakonyban és Északnyugat-Magyarországon a legmagasabb.² A szélerőművek éves kihasználtsága 22-23% körüli Magyarországon, mindezt egy 10-15 éves erőműpark képes biztosítani. A mai technológia mellett ez az érték a 30%-ot is meghaladhatná ugyanazokon a telepítési pontokon.

¹ Dr. Korényi Zoltán: A naperőművek anyagigényességéről és a hazai érdekeinkről (Magyar Épületgépészet, 2018/11)

² Megjegyzendő, hogy a napsugárzást függőleges tengely mentén, míg a szélsűrűséget a felszínnel párhuzamos felületen mérjük.



Mennyi energiát nyerhetünk ki egységnyi területen? - energiasűrűség nemzetközi projektek alapján

A naperőművek esetében csupán a földre telepített ipari méretű erőműveket vizsgáljuk, hiszen a tetőre telepített erőművek esetében nincs extra területhasználat. A földhasználatot tekintve egyértelműen a tetőkre telepített napelemes rendszerek nyújtják a legideálisabb megoldást. Szélerőműveknél sem kalkulálunk a háztartási méretű egységekkel.

A területhasználat több megközelítésből értelmezhető: vizsgálhatjuk az erőmű által ténylegesen elfoglalt területet, illetve összesíthetjük a teljes életciklus során igényelt (részben teoretikus) területigényt is. Amennyiben az alapanyagok bányászatát, a gyártási folyamatot, a lebontást és hulladékfeldolgozást együttesen vizsgáljuk, a földre telepített naperőművek esetében az UNECE 2021-es kutatása³ 12 - 37 m²/MWh értéket határoz meg, míg a szárazföldi szélerőművek esetében 8,4 - 247 m²/MWh-t.

Bár a fentiek alapján a szélerőművek összesített, teljes életciklusra vetített elméleti területigénye akár nagyobb is lehet, kizárólag az erőmű működési időszakát tekintve jelentős pozitívum, hogy a turbinák lapátjai alatti terület egyéb módokon hasznosítható, míg naperőművek esetén ez a megoldás - a napelem-panelek alatti mezőgazdasági termelés/legeltetés - csak jelentős limitációkkal, extra beruházásokkal (magas tartóoszlopokra helyezett napelemekkel) valósítható meg.

Az UNECE egy másik számítása⁴ az erőművek teljes életciklusa során megtermelt energia és a területhasználat vonatkozásában arra jutott, hogy szélerőművekkel (csak az erőművek által elfoglalt felszíni földterülettel kalkulálva) egységnyi területen 10-100-szor annyi energiát lehet megtermelni a teljes életciklus alatt, mint naperőművekkel.

Hannah Ritchie 2022-es kutatásában 86 szélparkot vizsgált meg területhasználat szempontjából⁵. Ezeknél a szélparkoknál több tucat, vagy akár több száz szélturbina telepítése történt meg egy helyszínen. Azt vizsgálta, hogy mennyi energiát nyernek a szélparkok területén éves szinten, és arra jutott, hogy átlagosan 99 m² területre volt szükség 1 MWh előállításához. A szélerőművek sűrűsége nagy szórást mutat, hiszen a kansasi Cimarron Bend szélparkban, ahol szándékosan elszórtabban telepítették a turbinákat, átlagosan 140 m² területen termelnek meg éves szinten 1 MWh energiát, a franciaországi Mont-des-Quatre-Faux szélparkban ez az érték 101 m², míg a brit Whitelee Wind Farmon mindössze 46,6 m².

A fentiekben vizsgált szélerőműparkokban 1,7 - 12,8 MW beépített teljesítmény üzemel egy km²-en. Ez azt jelenti, hogy nagyjából 4-5 szélerőmű helyezhető el 1 km² területen.

Mivel a szélerőművek átlagos mérete jelentősen megnőtt az elmúlt 10-15 évben - a korábbi 2 MW-os átlagos szárazföldi erőmű-mérethez képest ma már 3,5-6 MW-os turbinákat telepítenek - az 1 km²-en elérhető összteljesítmény értéke is nőtt. Igaz, ezt valamelyest csökkenti a nagyobb rotorátmérőkből fakadó távolságnövekedés az egyes turbinák között (az árnyékoló hatás kiküszöbölése és a biztonsági távolság megtartása érdekében).

Természetesen maguk az erőművek az 1 km² felszínnek csak töredékét foglalják el minden esetben, így a lapátok alatt hasznosítani lehet a földeket mezőgazdasági termelésre, illetve érintetlenül lehet hagyni természetközeli területeket.

³ UNECE: Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options

⁴ Corrigendum to "Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources", UNECE

https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf Thomas Gibon, 05.07.2022

⁵ Hannah Ritchie: How does the land use of different electricity sources compare? <https://ourworldindata.org/land-use-per-energy-source>



Mekkora területet foglalnak a nap- és szélenergiaerőművek Magyarországon?

Elsőként fontos kiemelni, hogy a szélenergiaerőművek kihasználtsága (kapacitásfaktora) Magyarországon 22-23% körül alakul, míg a naperőműveké 14-15% körül⁶, ami azt jelenti, hogy ugyanakkora névleges teljesítményű szélenergiaerőművel nagyjából másfélszer annyi energiát tudunk megtermelni, mint egy naperőművel. Sőt, ez a különbség még nagyobb (nagyjából kétszeres), ha a mai széltechnológiával hasonlítjuk össze a naperőműveket, hiszen a mai szélenergiaerőművek már 30% feletti kapacitásfaktort tudnának biztosítani azonos telepítési helyszíneken. Az egyszerűség kedvéért az alábbiakban azt vesszük számításba, hogy egységnyi teljesítményű erőmű mekkora területet igényel, és csak a számítások végén kalkulálunk a szélenergiaerőművek jobb kihasználtságával.

Egy szélenergiaerőmű esetében a tényleges földhasználat elenyésző, hiszen mindössze azt a pár száz m²-es területet igényli, amely az oszlopot és közvetlen környezetét foglalja magába. Ehhez járul még a bekötő utak által elfoglalt további nagyjából 0,1-0,2 hektárnyi terület erőművenként, ugyanakkor ezek az utak a mezőgazdasági gépek által is használhatók, így nem jelentenek területvesztést a termelésre kijelölt területből, sőt a gazdák sokszor pozitívként értékelik, hogy az erőmű-beruházás során ezeket a mezőgazdasági utakat is felújítják.

A fentieket figyelembe véve rendkívül kis területen elhelyezhető egy sztenderd, 3-4 MW teljesítményű szélenergiaerőmű. Összehasonlításként egy hasonló méretű naperőmű számára nagyjából 7-8 hektár földterületre van szükség, mely 70-80-szor nagyobb terület. Ha azt is hozzátesszük, hogy egy modern, 3 MW-os szélenergiaerőmű egy év alatt nagyjából kétszer annyi áramot termel, mint egy 3 MW-os naperőmű, akkor már 140-160-szoros a különbség az egységnyi elfoglalt földterület szempontjából.

Az egységnyi területen hasznosítható energiamennyiség esetében meg kell különböztetnünk az egyedül álló szélenergiaerőművektől a szélenergiaerőműparkok telepítését, hiszen több szélenergiaerőmű elhelyezésénél figyelemmel kell lenni a védőtávolság megtartására az erőművek között (mely a magasság és a rotorátmérő függvénye), illetve az árnyékoló hatásra is az ideális szélviszonyok biztosítása érdekében. A ténylegesen elfoglalt felszíni földterület szempontjából azonban nincs különbség a szélenergiaerőművek önálló vagy csoportos telepítése közt.

Hazai példák nap- és szélenergiaerőművek területfoglalására

Levél község közigazgatási határain belül 2x12 db 2 MW teljesítményű szélenergiaerőmű működik. A műholdas képek mérései alapján az erőművek és a bekötő utak által elfoglalt földterület átlagosan 0,2-0,3 hektár turbinánként (0,1 hektár az oszlop és közvetlen környezete által + 0,1-0,2 hektár a bekötő út által). Az utak által elfoglalt területet is számba véve a területhasználat nagyjából 0,2 hektár egy 2 MW-os erőműnél, vagyis 0,1 ha/MW.

Naperőművek esetében példaként a Paks mellett működő 10 MW teljesítményű erőművet vizsgáltuk. Ez a napelemez rendszer a műholdas képek alapján összesen 42 hektár területen épült, így fajlagos területfoglalása 4,2 ha/MW.

A fenti két példát összehasonlítva megállapítható, hogy a paksi naperőmű MW-onként nagyjából 40-szer annyi területet foglal el, mint egy levéli szélenergiaerőmű.

Ha a jelenleg működő szélenergiaerőművek nagyjából másfélszer jobb kihasználtsági mutatóját is számításba vesszük, akkor a fenti két példa esetében egységnyi földterületen 60-szor több

⁶ Forrás: MAVIR



energiát nyerhetünk szélerőművel, mint naperőművel (még akkor is, ha az üzemutak területfoglalásával is kalkulálunk). Mai (30% feletti éves kihasználtsággal működő) szélerőművekkel pedig már 80-szoros lenne a különbség.

Magyarország nap- és szélenergia potenciálja, és a kihasználáshoz szükséges teljes földterület

Érdekességként megvizsgáltuk, hogy ha Magyarország műszaki szél- és napenergia potenciálját teljesen kiaknáznánk, mekkora területet kellene energiatermelésre szánni.

Az IRENA 2020-as kalkulációja szerint a napenergia műszaki potenciálja Magyarországon 31 447 GWh (-26 200 MW beépített teljesítménnyel biztosítható), míg Schremmer et al. 2018-ban a magyar szélenergia műszaki potenciálját 16 151 GWh-ra becsülte⁷ (~8 380 MW beépített teljesítménnyel biztosítható). A szélenergia műszaki potenciálja tehát a fentiek alapján nagyjából fele a napenergia műszaki potenciáljának.

A teljes potenciált kiaknázó megújuló erőműpark kiépítéséhez nagyjából 800-1000 km²-en kéne naperőműveknek állniuk (az ország területének nagyjából 1%-a), míg a szélerőművek tényleges felszíni földterület foglalása mindössze 8 km² körül lenne (naperőműveknél 3-4 ha/MW értékkel, szélerőműveknél 0,1 ha/MW értékkel kalkulálva). A szélerőművek teljes területfoglalása tehát mindössze 1%-a lenne a naperőművek teljes területfoglalásának.

Milyen egyéb szempontok helyezhetik előtérbe a nap- vagy szélerőművek telepítését?

500 kW alatti teljesítménnyel nem gazdaságos naperőművet létesíteni, így ha nem áll rendelkezésre az ehhez minimálisan szükséges összefüggő 1,5-2 hektáros terület, ám a területet energiatermelésre szeretnék hasznosítani, és a lakott területtől mért szükséges 700 méteres védőtáv adott, akkor egy szélerőmű kínálhat megfelelő alternatívát, mely 0,2-0,3 hektáron is elhelyezhető.

Lakott területeket körülölelő védőzónákban, ahol szélerőmű elhelyezése tilos, továbbra is a naperőművek jelenthetik a megoldást.

A szántók aranykorona érték alapján történő besorolását figyelembe kell venni az energetikai hasznosításra kijelölt területek megválasztásánál. A legértékesebb területeket meg kell hagyni kizárólag mezőgazdasági termelésre, míg a kisebb értékű földeken is elsősorban a szélerőműveket kell előnyben részesíteni a nagyságrendekkel kisebb területfoglalás miatt. A naperőműveket elsősorban tetőfelületeken vagy barnamezős beruházásokként kell megvalósítani az országban.

A szélerőművek telepítési helyének megválasztásánál a természetvédelmi szempontok mellett (melyek naperőműveknél is kiemelt fontosságúak) figyelembe kell venni a tájképi szempontokat is (mely naperőműveknél kevésbé jelentős).

A helyi széladottságok alapján kell megválasztani a szélerőművek pontos telepítési helyét, melyről hosszú előzetes szélmérések nyújtanak információt. A napenergia esetében ilyen előzetes mérésekre nincs szükség, az éves napsugárzás mennyisége kisebb területi szórást mutat.

⁷ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/434fb711-a5a4-11ec-83e1-01aa75ed71a1/language-en>



Védőtávolság

Általános nemzetközi gyakorlat, hogy szélerőművek esetében jóval nagyobb védőtávolságot szabnak meg a lakott területektől, mint naperőműveknél. Ennek műszaki és társadalmi szempontjai egyaránt vannak. A védőzóna biztosítja a településen élők biztonságát és nyugalalmát. A tájképi hatásokat és hanghatásokat egyaránt figyelembe kell venni a védőzónák kijelölésénél.

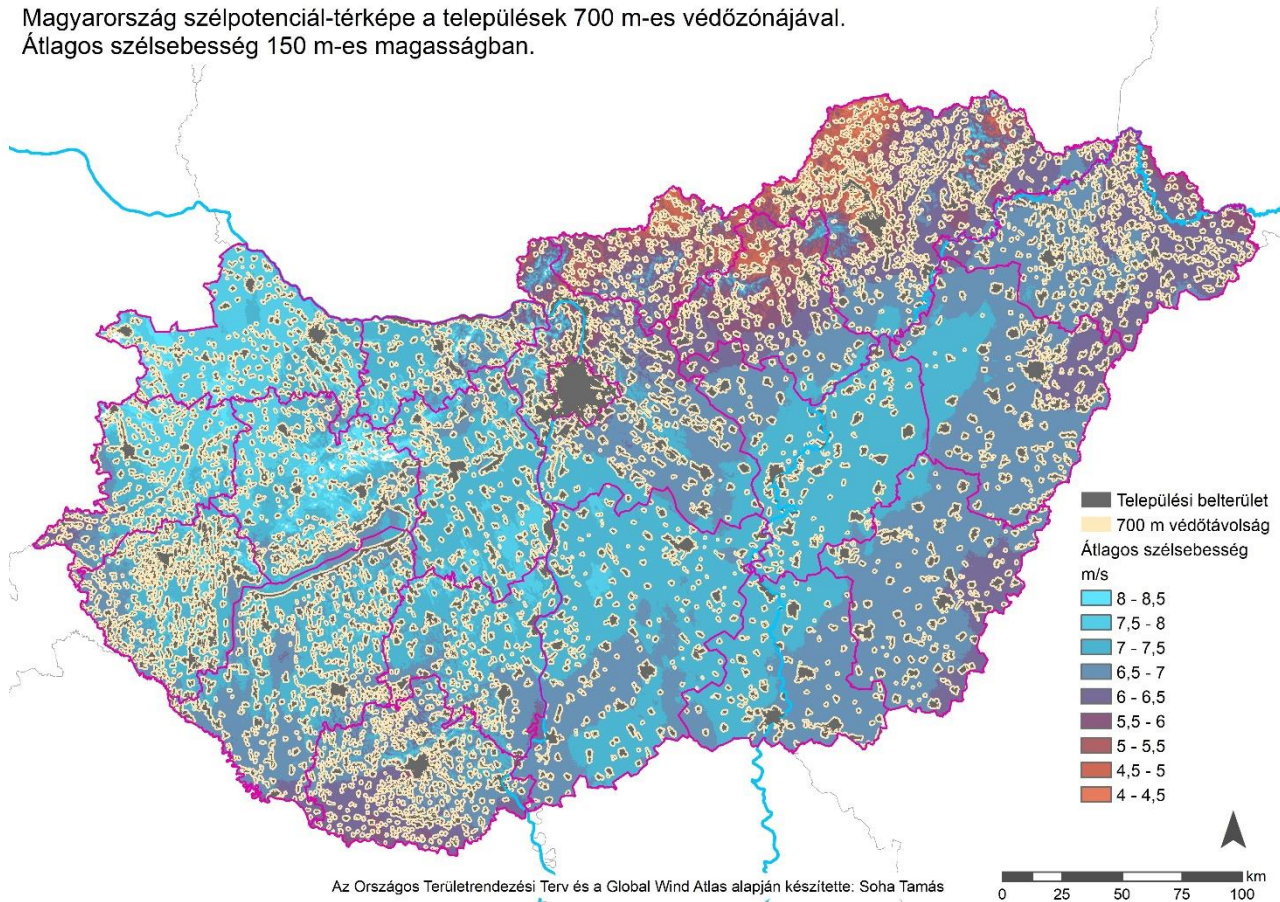
Igen gyakran 500 méteres védőtávolságot szabnak meg európai országokban (pl. Spanyolország, Franciaország, Románia). Egyes országokban ez a zóna szűkebb (pl. Csehországban, Horvátországban), máshol kiterjedtebb (pl. Ausztriában). Vannak országok, ahol nem abszolút értékben, hanem a szélturbinák magasságához kötötten határozzák meg a védőzónát. Ezekben az esetekben a védőterület a szélerőművek magasságának 3-10-szerese (országtól függően).

A távolsági megkötések mellett általában zajszint-korlátozást is meghatároznak az erőművekre, mely a külföldi gyakorlatban jellemzően 35-50 dB közötti maximális zajterhelést jelent a lakott területre vonatkozóan, igen gyakran elkülönítve az éjszakai és nappali zajterhelési maximumokat (alacsonyabb éjszakai zajterheléssel).

Magyarországon a 2024. január 1-jén életbe lépő új szabályozás szerint lakott területtől minimum 700 méteres távolságban helyezhető el új szélerőmű. Ez a védőzóna biztosítani tudja a zajterhelési korlátozások betartását, és településképvédelmi szempontokat is figyelembe vesz.

Az 1. ábrán a Magyarországon 150 méteres felszín feletti magasságban mért átlagos szélesség-értékek mellett a településhálózat, és a lakott területektől mért 700 méteres távolságban kijelölt védőzónák láthatók.

Magyarország szélpotenciál-térképe a települések 700 m-es védőzónájával.
Átlagos szélesebesség 150 m-es magasságban.



1. ábra: Magyarország 150 méteres magasságban mért szélpotenciálja valamint településhálózata a lakott területektől mért 700 méteres védőzónák kijelölésével (Készítette: Soha Tamás)

A 700 méteres védőzóna a ritkább településhálózattal bíró alföldi területeken nem szűkíti be jelentősen a telepítésre kijelölhető területek méretét, ugyanakkor például Zala vagy Baranya megyében, ahol kifejezetten sűrű a településszövet, erősen beszűkíti a lehetőségeket. Részben igaz ez a kiváló széladottságokkal rendelkező Vas megyére és Győr-Moson-Sopron megye egyes területeire is.

Területi diverzifikáció

A jelenlegi technológia mellett az ország döntő részén (az Alföldön is) elegendő az átlagos szélesebesség a gazdaságos szélenergia-hasznosításhoz (ahogy az 1. ábrán látható értékek is alátámasztják ezt). Ennek megfelelően a szélerőművek magyarországi telepítésénél a széladottságok figyelembe vétele mellett törekedni kell a minél nagyobb területi diverzifikációra. A diverz területi eloszlás az időjárási ingadozások részleges kiegyenlítődéséből fakadó egyenletesebb országos termelés mellett a villamosenergia-rendszerre terhelt ingadozó feszültség eloszlását, csökkenését is elősegíti.

A telepítésre kijelölt területek meghatározását nem javasolt országosan kijelölt minimum szél-potenciál értékekhez kötni. A beruházók minden esetben az előzetesen lefolytatott lokális szélmérések alapján döntenek a telepítésről.



Tervben lévő szélerőmű-park fejlesztések Északnyugat-Magyarországon

Sajnos a következő éveket meghatározó (első) szélerőmű-fejlesztési körben az országos területi diverzifikációra nem kerül hangsúly. Minden valószínűség szerint Győr (és Csorna) környékén fogják kijelölni azt a pár ezer hektárnyi területet, ahol létrejöhetnek az új szélerőmű-parkok összesen 670 MW beépített teljesítménnyel. A térségben egyrészt kiválóak a szélviszonyok, másrészt a nagyobb időjárásfüggő teljesítmény befogadását biztosító hálózatfejlesztés lehetőségei is kedvezőek.

Ezek a fejlesztések régiós szinten jelentős területigénnyel bírnak. Az elmúlt 5 év viszonylatában az egyik legtöbb darabszámban üzembe helyezett szélerőmű típus a Vestas 4,2 MW teljesítményű V150-es egysége volt, melyet egy mai sztenderd szárazföldi szélturbinának tekinthetünk. Ha az ennél az egységnél átlagos, 145 méteres toronymagasságot és 150 méteres rotorátmérőt vesszük alapul, akkor a turbina teljes magassága nagyjából 230 méternek vehető. Ez azt is jelenti, hogy a kétszeres magassággal kalkulált eltartási távolsággal számolva két egységnek legalább 460 méterre kell állnia egymástól.

A fenti típusú turbinából 160 darabra van szükség az előre meghatározott 670 MW szélkapacitás kiépítésére. Egy egység minimális területigénye a biztonsági távolságokkal kalkulálva ~17 hektár, vagyis egy km²-en maximum 5-6 egység helyezhető el. Ez alapján nagyjából 30 km² területen kell kijelölni a telepítési pontokat, ügyelve a természetvédelmi, tájképvédelmi, településvédelmi korlátozásokra is.

Értékes csatlakozási pontok megőrzése

Sok magyarországi szélerőmű ma már élettartamának második felében jár, így felvetődhet a kérdés az erőművek területének jövőbeli hasznosításával kapcsolatban. A hazai szakma általános véleménye, hogy ezeket a kapcsolódási pontokat meg kell őrizni.

A jelenleg működő szélerőművek az energia-termelés mellett rendkívül fontos mérési és hálózati kapcsolódási pontok, melyek megőrzése az erőművek felújításával vagy cseréjével számtalan előnnyel jár. Ezeken a pontokon a szélenergia időbeli eloszlására folyamatos adatsorok állnak rendelkezésre, a hálózati kapcsolat pedig kiépített, így erre sem kell a jövőben beruházni, mint egy új erőmű létrehozásánál. A meglévő erőművek esetében sokszor elegendő egy-egy alkatrész cseréje az üzemidő-hosszabbításhoz, amennyiben azonban teljes erőműcserére kerül sor, érdemes a legkorszerűbb technológiával rendelkező turbinát helyezni a régi helyére. A nagyobb teljesítményű új erőmű sem foglal el nagyobb földterületet, így csupán a megnövekedett energiamennyiség befogadását kell ellenőrizni a hálózat szempontjából.

Természetvédelmi szempontok a telepítési területek kijelölésénél

A természetvédelmi szempontok megjelennek minden erőmű-telepítésnél, és a szélenergia esetében is kellő fókusszal kell kezelni az értékes természeti területek, élőhelyek és fajok megőrzését.

A szélerőművek működése zavarhat arra érzékeny fajokat, ami akár élőhelyvesztéshez is vezethet. Hatásuk helyszíni- és fajspecifikus, valamint szezonálisan is változik. Hötker a leginkább veszélyeztetett madárvilágra vonatkozóan 127 esettanulmányt vizsgálva nem talált szignifikáns és általános negatív hatást. Kiderült, hogy a párzási időszakban egyes gázlómadarak jobban kerülnek a szélturbinák közelségét, ám pozitív hatásokat találtak a



verébalkatúaknál, amelyek kifejezetten szívesen fészkelnek a nagyobb szélturbinák közelébe.⁸

Amerikai kutatók különösen érzékenynek találtak néhány, füves síkvidéken élő fajt, ezek kifejezetten nagy távolságot tartanak a magas tájelemektől⁹. A Kárpát-medencében a túzok tekinthető ebből a szempontból érintettnek, hiszen nemcsak óvatos, de korlátozott manőverezési képességekkel rendelkezik. Európai jelentőségű fészkelő állományai élnek a kifejezetten ideális szélenergia-adottságú kistáplai területeken.

A szélerőművek helykijelölésénél és üzemeltetése során az ökológiai szempontokat határozottan érvényesíteni kell. A hazai szélerőművek üzemeltetőivel történt személyes egyeztetések során említettek olyan példát, ahol hosszú időn keresztül vizsgálták ornitológus szakértő bevonásával a szélerőművek madarakra gyakorolt hatását, ám ez alatt az időszak alatt egyetlen madárpusztulást sem regisztráltak.

Tájképi szempontok a telepítési területek kijelölésénél

Sokak szerint a szélturbinák pozitív elemei lehetnek a tájképnek. A szélfarmok és szélturbinák mint érdekes, látványos tájképi elemek és mint technológiai érdekességek már ma is turistacélpontok. Nem egy helyen épültek ki tanösvények, bemutatótermek a szélturbinák tözsomszédságában.

Sopronkövesden a 2008-ban telepített szélerőművek avatására ünnepséget szerveztek, továbbá turista látványossággként és tájképi értéként is számon tartják a szélerőműveket, sőt, a település logójában is megjelenítésre került egy szélturbina. Ezek az erőművek ráadásul nagyobb méretű, 3 MW-os egységek, ami azt jelenti, hogy nagyobb távolságból is láthatók.

Jánossomorján, mely egy 150 km² közigazgatási területtel bíró város Győr-Moson-Sopron megyében, az előzetes felmérések és becslések alapján elhelyezhető akár 100 új szélturbina. Ez mégsem jelentene új tájképi hatást, hiszen az osztrák szélerőművek régóta részét képezik a településen lakók mindennapjainak, hozzászoktak a szélerőművek látványához. 100 új erőmű összteljesítménye közel annyi lenne, mint a jelenlegi magyarországi szélpark együttes teljesítménye. A szélerőmű-telepítésre szánt területek kijelölésénél figyelembe vették a természetvédelmi és társadalmi szempontokat is: a Hanság értékes Natura 2000 védelem alatt álló természetközeli területeinek megóvását és a túzok-élőhelyek megóvását, valamint a lakott területtől mért védőtávolság biztosítását.

Van olyan kiváló széladottságokkal rendelkező bakonyi település, ahol panorámás kilátóval rendelkező szélerőművet látnának a legszívesebben, így a turizmust is összekötnék a helyi zöldenergia-termeléssel.

Az Energiaklub szakértői által készített személyes önkormányzati interjúkon a polgármesteri közlések alapján a tájképi hatást döntően semleges vagy pozitív változásként értékelik a helyben lakók. A turbinák magassága nem szempont a telepítés megítélésben.

Ugyanakkor vannak az országnak olyan pontjai is, ahol a szélerőművek potenciális „tájképromboló” hatása erősebb. Önkormányzati kutatásunk eredményeképp például több

⁸ Hötker, H. - Thomsen, K.-M. & Jeromin, H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU. Bergenhusen, 65 p.

⁹ AWWI (2014). Wind turbine interactions with wildlife and their habitats: a summary of research results and priority questions. American Wind Wildlife Institute. Washington, DC, 12 p.



Balaton parti településről is azt a visszajelzést kaptuk, hogy nem örülnének szélerőmű-telepítésének a településen.

A tanulmány legfontosabb megállapításai

- Egy modern szélerőmű átlagosan mindössze 1%-át foglalja el annak a felszíni földterületnek (kizárólag energiatermelési célra), amit egy éves szinten ugyanannyi energia megtermelésére képes naperőmű igényel. Ez különösen az értékes mezőgazdasági területekkel rendelkező térségekben kiemelt szempont.
- Amennyiben nem önálló szélerőművet, hanem szélerőműparkokat telepítenek, számolni kell az erőművek lapátjai által elfoglalt légtérrel és az egymást „árnyékoló” hatással. A nemzetközi tapasztalatok alapján nagyjából 4-5 turbina helyezhető el négyzetkilométerenként, azaz ~15 MW/km². Ugyanakkor az erőművek által elfoglalt tényleges felszíni terület ennek töredéke, 4-5 erőmű mindössze 1-1,5 hektár területet foglal el (az erőművekhez vezető utakkal együtt), mely a fenti terület nagyjából 1-1,5%-a. A maradék 98,5-99%-on tovább folyhat az eredeti földhasznosítás (pl. mezőgazdasági művelés).
- A szélerőművek hatással vannak a tájképre, ám az Energiaklub szakértői által készített személyes önkormányzati interjúkon a polgármesterei közlések alapján ezt a hatást döntően semleges vagy pozitív változásként értékelik a helyben lakók. A turbinák magassága nem szempont a telepítés megítélésben. A védőtávolság esetében egyes polgármesterek korábban az 500 métert, mások az 1000 métert preferálták. Az új szabályozásban szereplő 700 méteres védőtávolság megfelelő kompromisszumnak tűnik.
- A legjobb adottságú területek (Északnyugat-Magyarország, Bakony) kihasználása mellett diverz területi eloszlás szükséges az ország minden régiójában telepített szélerőmű-parkokkal, mely nagyobb stabilitást és kiegyensúlyozottabb össztermelést eredményezhet. Erre a következő években erős limitációkkal lesz csak lehetőség (a már meglévő csatlakozási pontok diverzifikációjával, vagy hálózatra nem csatlakoztatott egységek telepítésével). A telepítésre szánt területeket nem minimum potenciálértékek kijelölésével, hanem előzetes lokális szélmérések alapján kell priorizálni.