

ÚJ SZÉLERŐMŰVEK ÉPÜLHETNEK (KVÓTA PÁLYÁZAT 410 MW SZÉLERŐMŰ TELJESÍTMÉNYRE)

Dr. Tóth László
Koncz Annamária
Dr. Schrempf Norbert

1. BEVEZETÉS

Jelenleg 173 MW szélenergiatermelő kapacitás üzemel az országban, amellyel évente 320-350 millió kWh villamos energia termelhető, s ez 100-130 ezer családi ház villamos energia igényének felel meg. 2009-ben egy újabb fontos állomáshoz érkezett a magyar szélenergiatermelő potenciál fejlesztése. 2009 szeptember 15-én a Magyar Energia Hivatal, közreműködve az energiapar vezető képviselőivel (MAVIR, MVM és a feljogosított áramszolgáltatók), további 410 MW villamos teljesítmény létesítésére írtak ki ún. kvóta pályázatot. Ennek lényege, hogy a pályázat feltételeinek eleget tevő és nyertes pályázatok a következő években 410 MW teljesítményű szélenergiatermelő beruházást végezhetnek, melyhez az illetékesek biztosítják az átvétel feltételeit, az ezzel járó ún. KÁT (a villanyszámlákban jelzett ún. zöldenergia díjból befolyó összeg) támogatást – felárat -, és folyamatosan gondoskodnak az energia átvételéről. Ezzel elvileg 740 MW-ra bővül a villamos rendszerbe integrálható szélenergiatermelési kapacitás, amely- ha megvalósul - 2013-ra a Magyarország villamos energiatermelésének évi 3,5 – 4,0 %-át szolgáltatja.

2. A SZÉLENERGIA PÁLYÁZAT KIÍRÁS ALAPJA

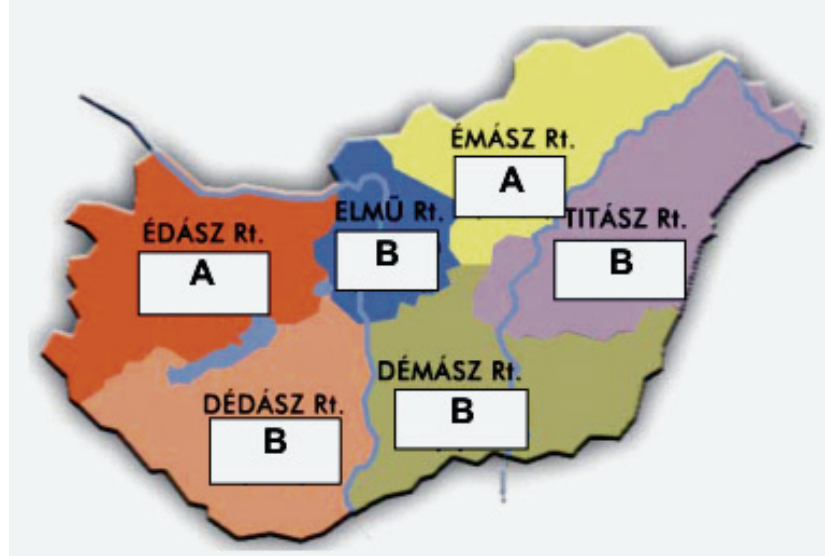
A Magyar Energia Hivatal a pályázati kiírást a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXV. törvény 7.§ (2) bekezdése és 8.§-a alapján, a 159.§ q) pontjában meghatározott hatáskörében eljárva, a szélenergiatermelő kapacitás létesítésére irányuló pályázati kiírás feltételeiről, a pályázat minimális tartalmi követelményeiről, valamint a pályázati eljárás szabályairól szóló 33/2009. (VÖ. 30.) KHEM rendelet előírásaival összhangban végezte.

A pályázatról általában, s a jellemzőbb pontjai

A kiírást számos egyeztetés előzte meg, mely egyeztetésekben részt vett a Magyar Szélenergia Társaság, Magyar Szélenergia Tudományos Egyesület is egyetértésben a meglévő szélenergiatermelők üzemeltetőivel és tulajdonosaival. A kiírt pályázat elkészítése nem egyszerű, meglehetősen összetett. Szempontrendszere a kiírt anyagban részletesen megtalálható a Magyar Energia Hivatal honlapján, lásd: [//www.eh.gov.hu/home/html/szelmain.asp](http://www.eh.gov.hu/home/html/szelmain.asp). E cikkünkben a kiírás főbb jellemzőinek ismertetése mellett a jövőbeni pályázók jobb informálása céljából részletesebben a szélenergia potenciál meghatározásának és elbírálásának fontosságával foglalkozunk. A létesítést szolgáló területek és a területek hálózati engedélyesei (1. ábra):

- **A terület:** az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. és az ÉMÁSZ Hálózati Kft. -
- **B terület:** az E.ON Dél-dunántúli Áramhálózati Zrt., a DÉMÁSZ Hálózati Elosztó Kft., az ELMŐ Hálózati Elosztó Kft. és az E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt.

Vagyis ezen elosztó hálózati engedélyesek működési területe által behatárolt földrajzi terület, amelyen belül található az átviteli-, illetve elosztó hálózati csatlakozási pont.



1. ábra

Áramszolgáltatók szerint a kijelölt kapacitás lehetőség: 280 MW az **A terület**-en és 130 MW a **B terület**-en kerül meghirdetésre a Kiírási Dokumentáció feltételei szerint.

A pályázat néhány szempontja:

- Engedélyköteles szélerőmű, ill szélerőmű park, amely összes teljesítménye a 0,5 MW, vagy ezt meghaladja, de 50 MW teljesítőképességet nem éri el.
- A beadandó Pályázati Dokumentáció, a pályázati eljárás során szükséges dokumentumok összessége, amely a Minősítő Szakaszban a Minősítési Dokumentációból, illetve az Értékelő Szakaszban benyújtandó Ajánlatból áll.
- Nem vehet részt a pályázati eljárásban, akinek a pályázat közzétételének napján 60 napnál régebben lejárt esedékességű köztartozása van.
- Az is kizárásra kerül, aki három évnél régebben gyártott berendezéssel kíván felépíteni.
- Az első un. Minősítési Dokumentációt a Magyar Energia Hivatal székhelyén (1081 Budapest, Köztársaság tér 7.) a földszinti Tanácsteremben kell benyújtani **2010. március 1-jén 9.00-12.00** óra között-

A szélerőművi kapacitás-létesítési jogosultságára az alábbi prioritási sorrend szolgál (A jelzett két területi kategória vonatkozásában).

- a) Azon szélerőművek, amelyek nem kívánnak részt venni a villamos energia kötelező átvételi rendszerében,
- b) Az 50 kW-nál kisebb nem Engedélyköteles szélerőművek, amelyek a kötelező átvétel keretében kívánnak energiát értékesíteni
- c) Azon engedélyköteles szélerőművek, amelyek a kötelező átvétel keretében kívánnak energiát értékesíteni .

A pályázónak az erőmű létesítéséhez szükséges pénzügyi forrást olyan magyarországi székhellyel vagy fiókteleppel rendelkező bank által kiadott, magyar nyelvű eredeti dokumentummal kell igazolni, amelyből egyértelműen megállapítható, hogy a számlapénz, illetve a bankbetét

- a pályázó,
- vagy az 50%-ot meghaladó résszel rendelkező közvetlen tulajdonosa.

A beadandó ún. Minősítési Dokumentációnak tartalmazni kell a pályázó által igényelt kötelező átvételi árat [Ft/kWh], a 2010. évi árszinten, zónaidőnkénti bontásban és átlagosan. Az átlagár kiszámításához az alábbi arányokat kell használni:

- csúcsidőszak: 46%
- völgyidőszak: 38%
- mélyvölgy időszak: 16%

Az engedélyköteles szél erőmű kapacitás létesítésére irányuló pályázati nyertese jogosult és köteles a nyertes pályázatában foglaltaknak megfelelő tartalommal új szél erőmű kapacitást létesíteni.

A pályázati eljárás nyertese a szél erőművi kapacitás-létesítési jogosultságát érvényesen nem ruházhatja át.

A kiírás alapvetően úgy rendelkezik, hogy elsősorban azokat a területeket, helyeket kell előnyben részesíteni, ahol a szélenergia kapacitás leginkább megfelelő. Nyilván emellett számos egyéb szempontot is számításba kell venni, így az erőművek területi eloszlását, hogy a villamos energia rendszerben mennyivel jobban integrálhatók legyenek, egy-egy területen kevésbé okozzanak áramszolgáltatási problémákat a hálózati energia kiegyenlítése vonatkozásában, hiszen közismerten a szélből nyerhető energia teljesen az időjárástól függ és ez nem befolyásolható.

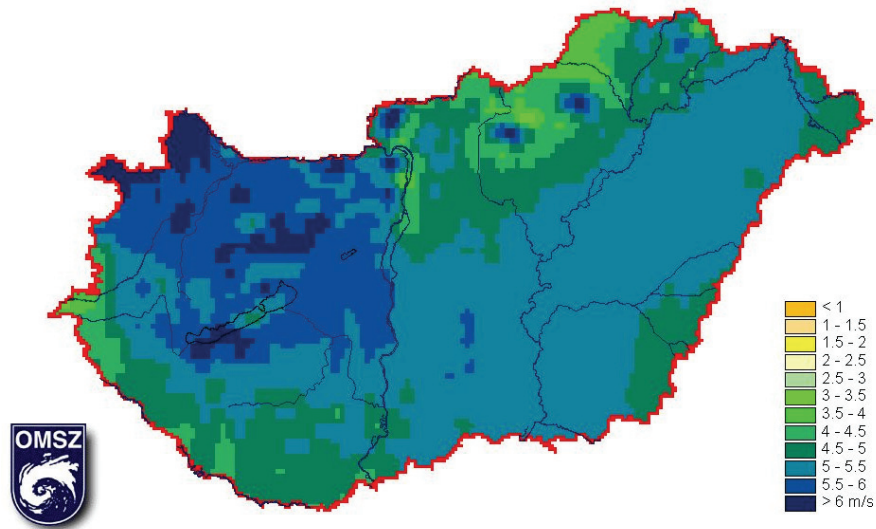
3. A SZÉLBŐL NYERHETŐ ENERGIA MEGHATÁROZÁSA

A számos különféle bírálati szempontok között szerepel, hogy meg kell vizsgálni, azaz auditálni ¹kell a pályázatokban benyújtott szélmérési eredményeket, azaz **a várható energia potenciál meghatározását**. Ezzel kapcsolatban vita alakult ki, hogy ezt ki, hogyan és milyen mértékig végezze, ki végeztesse el. Illetve fontos, hogy a felülbírálatát milyen szempontok szerint végezzék el. Cikkünkben ehhez szeretnénk néhány témakört pontosabban megvilágítani.

3.1. A hely kiválasztása

Lényegi és fontos szempont a hely kiválasztása és az adott helyszínen a szélpotenciál meghatározása. Magyarország az elmúlt 5 évben elkészítette az ország ún. széltérképét (2. ábra). Ennek egy hivatalos változatát a Meteorológiai Szolgálat, a Debreceni Egyetem, valamint a Szent István Egyetem munkatársai készítették el.

¹ A magyar auditorokat a Magyar Szélenergia Társaság, a Magyar Szélenergia Tudományos Egyesület, és a Magyar Megújuló Energiák Szövetsége jogosítja fel.



2. ábra

A szélességek átlagos értékei egy év során, 75 m magasságban
(Forrás: OMSZ, SZIE, 2005) ²

A széltérkép láthatóan csak globálisan nyújt információt arról, melyek az ország azon területei, ahol jelentősebb szélpotenciál várható. Ebből a szempontból saját belátásom szerint a szél erőmű telepítésekre alkalmas területekből 3 kategóriát határoztam meg, így az I. osztályú, II. és III. osztályú szélviszonyokkal rendelkező régiók. I. osztályú területek azok, ahol az éves átlag a szélesség 6,1 m fölött adódik, II. osztályú ahol 5,9-6,1 között és III. osztályú ahol ennél kisebb adódik, 5,7-5,9 m/s. Ezen szélviszonyok egy-egy terület egységét jellemeznek, de azokon belül is jelentős eltérések lehetnek. Éppen ezért a szélpotenciált korrekten leírni csak az adott helyszínre vonatkozó energetikai célú szélmérésekkel lehet.

E mérési módszernek európai vonatkozásban jól kialakult rendszere van. A mérési és számítási rendszer egyes elemei szabványokban fogalmazódtak meg, amelyek európai elfogadást nyertek. E szabványokat Magyarország is érvényesek, még akkor is, ha némelyek magyar nyelvű fordítása még nem áll rendelkezésre. Célja a leírásoknak, hogy egységes értelmezést adjon az alapvető paramétereknek és azok mérése is azonos módszerrel történjen. A helyesen kivitelezett szélmérés e formája nagy pontossággal mutatja meg az adott helyszínen várható energiatermelést.

A területre jellemző –várható– energiatermelést kétféle formában írják le:

- Általános vonatkozású, ha csupán azt határozzuk meg, hogy egy adott felületen mekkora energia áramlik át a légmozgás következtében. A Meteorológiai Szolgálatok gyakran e paramétert jelölik meg és W/m^2 -ben adják meg.

² „Magyarország légköri eredetű megújuló energiaforrásainak vizsgálata, a meglévő potenciálok feltérképezése és felhasználásuk elősegítése meteorológiai mérésekkel és előrejelzésekkel.” című NKFP projekt vonatkozó eredményei alapján készült összeállítás

Konzorcium tagjai: OMSZ - SZIE Gépészmérnöki Kar - DE Meteorológia Tanszék

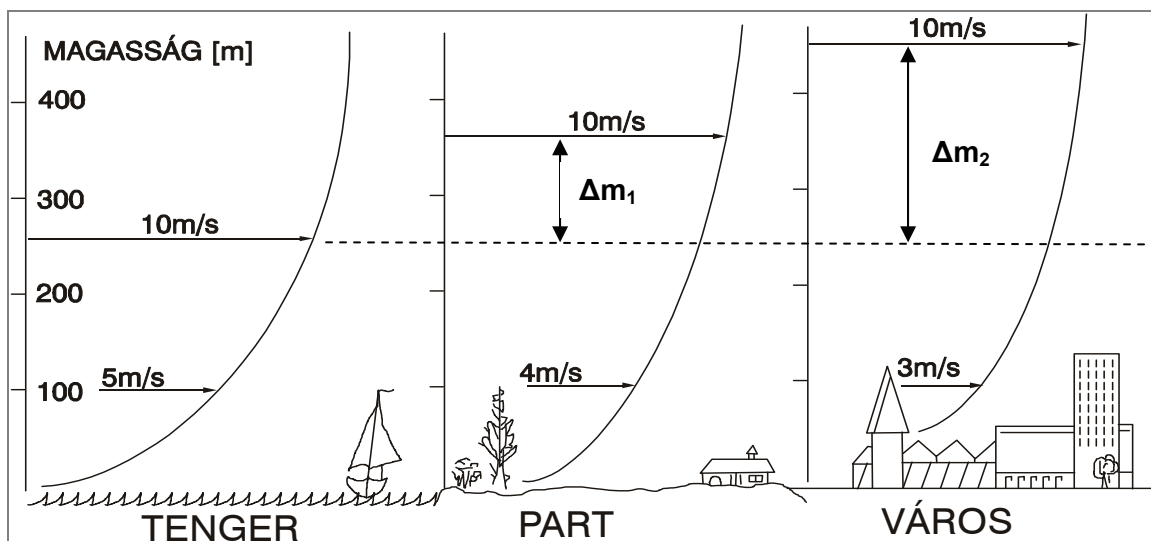
- Ez korrekt paraméter, de a konkrét becslésekhez önmagában nem használható, mivel a szelerőművek az áramló levegő kinetikai energiáját különféleképpen tudják hasznosítani. Ezért a teljesen korrekt eljárásban adott, a későbbiekben használatba veendő berendezésre kell a várható energiatermelést meghatározni, tehát a gépek paramétereit és a szélklíma egyéb jellemzőit is számításba kell venni.

3.2. Energiatermelés szempontjából a szél néhány jellemző tulajdonsága

Magassági kritériumok

Nemzetközi viszonylatban az szélviszonyok alakulását 3 fő területi egységre határozzák meg (3. ábra):

1. A tengeri, tengerparti szelek, a még a sekély parti-vizeken. Az ide épülő ún. offshore berendezéseket, ezek gyakorlatilag a víz felszín fölé kerülnek, ahol a szél áramlásának semmiféle akadálya nincsen, s a szél a sima vízfelülethez igazodik.
2. A következő kategória a mérsékeltebb, ún. tengerparti-, szárazföldi szelek. Ezek a tengerpartokon 20, maximális 50 km-es távolságban jellemzőek.
3. A harmadik kategória az ún. szárazföldi (onshore) szelek, amelyek a tengerpartoktól nagyobb távolságokban, a szárazföldek belsejére a jellemzőek.



3. ábra

A felületi súrlódás növekedésének következtében az azonos szélesség magasabban (+ Δm_1 és + Δm_2) található.

Meg kell említeni, hogy az utóbbin belül igen jelentős eltérés van a síkvidéki és hegyvidéki szelek jellemzői között.

Magyarország területi elhelyezkedését vizsgálva nyilván a szárazföldi kategóriába tartozik. Hosszú időn keresztül tartott az a vélemény, hogy Magyarországon a Kárpát-

medence topográfiai adottságaiból, s a medence jellegéből fakadóan elégséges szél nem áll rendelkezésre szélerőművek működtetéséhez.

Valójában a légmozgás nemcsak a föld közvetlen felszínében, hanem magasabb légköri tartományokban jön létre. A domborzati viszonyok ezekre is hatnak, de nincs elimináló hatásuk. Lényeges viszont, hogy a föld felszíne közelében a szélnek ún. súrlódása van. A különféle akadályok miatt a súrlódásból fakadó energia (potenciál) vesztes igen jelentős lehet.

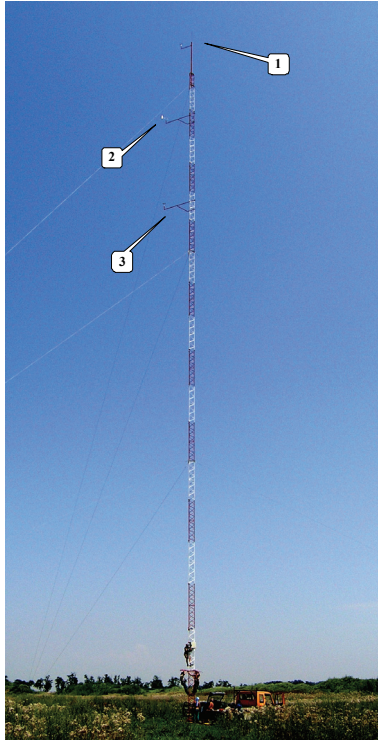
Ezért szárazföldi viszonyok között is három jelentősebb eltérést különböztetünk meg:

- A síkvidéki, ahol az áramlásnak számottevő akadálya nincsen.
- A hegy és dombvidékek, ahol a domborzati viszonyok, a makro és a mikro topográfiai jellemzők meghatározzák a kialakuló súrlódásokat és szélirány-változásokat is okoznak.
- A városok, falvak (építmények), növényborítottság közelében kialakuló szelek, ahol a magas építmények, erdősávok jelentős mértékben megváltoztatják a szél sebességét, és a helyi irányát.

A szél sebessége a földfelszíntől számítva magassági hatványfüggvény szerint változik (1). Nagyon leegyszerűsítve: közvetlen a talaj közelében a szélesebesség közel nulla, és ahogy távolodunk a talajtól, a szél sebessége folyamatosan növekszik. E növekedés mindaddig tart, amíg a felszín súrlódás hatása meg nem szűnik és e kiegyenlítő hatás be nem következik, ahol már a földfelszínnek nincs hatása, s az áramlás akadálymentes.

3.3. Energetikai célú szélmérés

A használatos hatványfüggvény szerinti ún. szélprofil csak úgy lehet meghatározni, ha a földfelszíntől elindulva több magasságban meghatározzuk a szél valós sebességét. Az ilyen, ún. energetikai célú szélmérésekhez minimális egy éve szükséges (a pályázatban 3 hónap dokumentált adatbázist is elfogadnak). A szélmérés pontossága annál nagyobb, minél több magasságokba helyezünk sebességmérőket ún. anemométereket. A mai gyakorlat szerint minimálisan 50 - 60 m magasságú tornyot kell felépíteni, és kettő, előnyösebben három magasságban kell mérni (4. ábra).



4. ábra
65 m magas mérőtorony
(1 és 3 az anemométerek 65 és 40m-, 2 a széliránymérő 50 m magasságban)

4. MÉRÉSEK ALAPJÁN A SZÁMÍTÁSI MÓDSZER

Az adatgyűjtők által szolgáltatott mérési adatbázis adja a későbbi számítás alapját, amelyek már a gyártmányokra, a beruházások gazdaságosságára, a kapható pénzügyi hitelekre, az investíciók mértékére vonatkoznak. Az adatbázis megbízhatósága tehát döntő jelentőségű.

A méréseknél minden ponton másodpercenként veszünk mintát. 10 percenként rögzítünk adatokat. Ezen 600 érték alapján rögzített adatok:

1. az értékek átlaga = átlagos szélesség,
2. a legnagyobb (max) és
3. a legkisebb (min) érték, valamint
4. az adatok normális szórása (m/s).

Mérési helyenként az adatgyűjtők évente 500-700 ezer adatot gyűjtenek be. Ilyen hatalmas adathalmaz megbízhatóan a vonatkozó fizikai, műszaki és halmazelméleti számításokra épülő és az e célokra létrehozott programokkal értékelhető.

A számításhoz (nem a teljesség igényével), főként a kinyerhető energia meghatározásához e szakterületen ismert, alábbi matematikai formulákat használtuk.

A szél erőművek várható teljesítménye (gyakran a W_p jelzés is használatos):

$$P_{\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_{\infty}^3 \quad (\text{kW}), \quad (1)$$

ahol

ρ - a levegő sűrűsége [kg/m^3],

A – a vizsgált (rotor által súrolt - $D^2\pi/4$) felület [m^2],

v_∞ - a zavartalan szél sebessége [m/s].

A mért szélesség adatsorok rendezését és a hosszabb távú becsléseket a Weibull eloszlásfüggvény segíti:

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c} \right)^k} \quad (2)$$

Ahol a mérések adataiból kiszámításra kerül:

k = Weibull alaktényező;

c = a helyi szélviszonyokra jellemző sebesség érték (becslésnél, ha külön nem számítjuk $c \cong 1,12 \cdot v_{\hat{a}}$, ahol: $v_{\hat{a}}$ = a mért átlagos szélesség).

Az átlagos teljesítmény a K_F kihasználási tényező bevezetésével:

$$P_{G, \text{átl}} = P_{G_n} \cdot K_F = \eta_e \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_2 \cdot v_n^3 \cdot K_F \text{ (kW)} \quad (3)$$

Ahol: P_{G_n} a névleges teljesítmény, az n számú tartományra osztott szélesség átlagértékek (v_n) alapján.

η_e az aerodinamikus, a villamos és a mechanikus hatástényezők együttesen (kísérletekkel kerül meghatározásra a szélesség – teljesítmény-, ill. a szélesség - teljesítménytényező diagramok alapján, amelyeket a gyártó szolgáltatja). A jelleggörbék tájékoztatnak arról a maximális szélességről is, amelyet a gépek még képesek felhasználni, vagyis a leszabályozásuk nem kezdődik meg.

A szélenergiájának éves energiatermelése

$$E = K_F \cdot P_{G_n} \cdot 8760 \text{ (kWh)}. \quad (4)$$

4.1. Az értékeléshez szükséges főbb paraméterek és jellemzők (nem a teljeség igényével):

Ma már a hosszadalmas számítások helyett programokat használunk. Ilyenek, pl.:

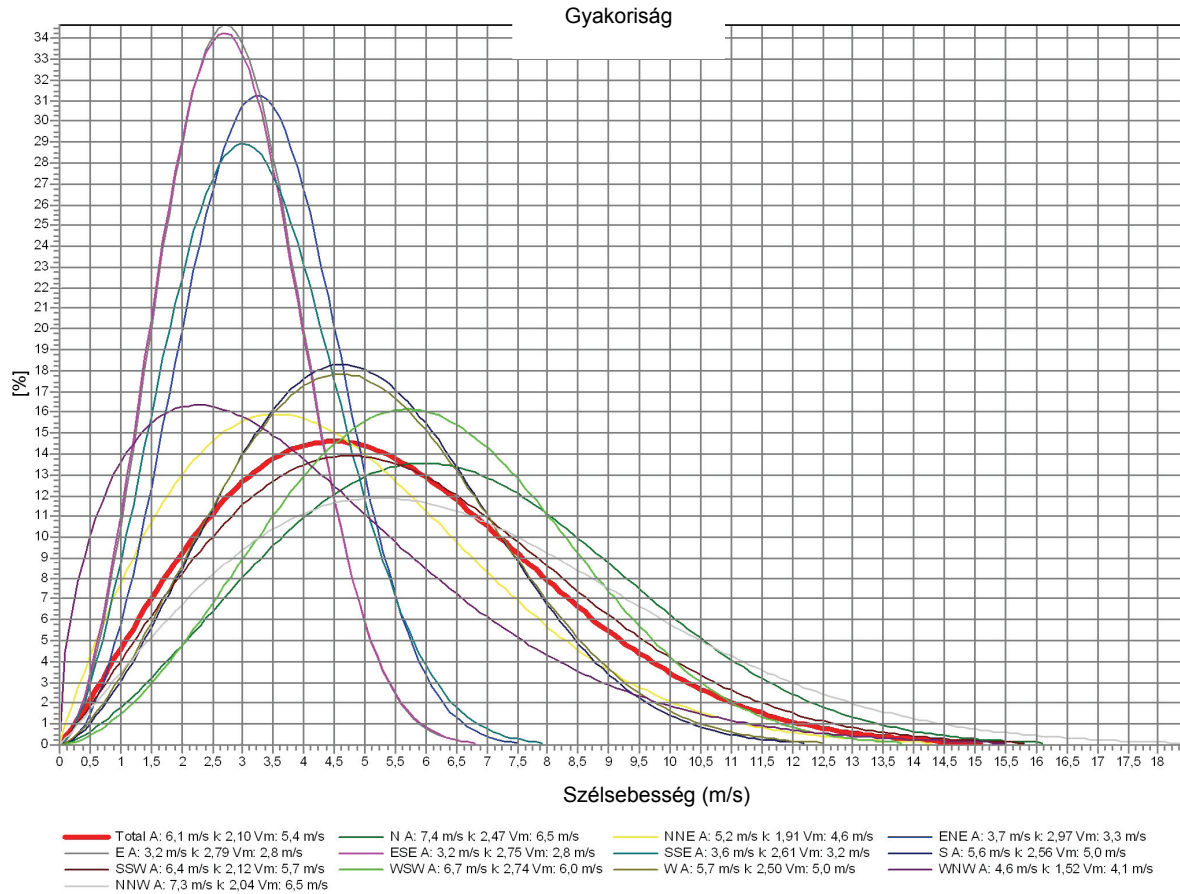
- **WINDPRO 2.4, és 2.5**, vagy a
- **WAsP**. (Wind Atlas Analysis and Application Program)

A következőkben bemutatjuk a mérési adatokból számítható (a programok alapján kapott) jellemzőket és ábrákat, amelyek segítségével a választott gépekkel várható energiatermelést és a szélenergiájára ható, a statikai méretezéseknél (pl. alapozás) fontos tényezőket határozhatjuk meg.

Az adatbázis rendezésében az ismert statisztikai eloszlási formulák segítenek (Rayleigh és a gyakrabban használt Weibull – 2. összefüggés). A programokban e függvény-formák értékei tetszés szerint lekérdezhetőek, a szélirányok, az időtartamok - esetleg rövid időszakok - szerint is.

A 6. ábrán egy mérőhelyen a 12 fő szélirány szerinti számított Weibull szélesség eloszlási függvények láthatók (a vastagabb vonal pedig a 12 irány átlagolt értékeiből kapott eloszlást mutatja). Az ábra alatt megadtuk a számított, s az összefüggésben használt szélirányonkénti (3. összefüggés) k , C és v értékeket is. E szélirányonként változó tényezők, az összefüggés szerinti energiatermelés számításához szükségesek, de információt szolgáltatnak arra is, hogy mely szélirányban van akadály, vagy árnyékhatás.

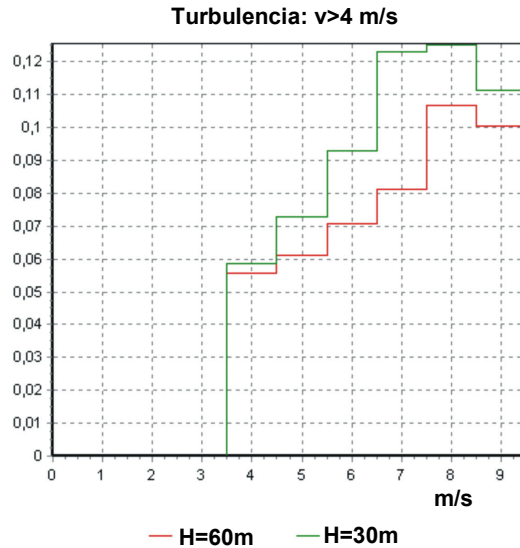
A 5. ábrából következően egyszerűen meghatározható a különféle irányokból várható szélesség, tartományok szerinti százalékos aránya, vagyis a helyi szélklimáról adnak információkat a szélenergiájának tervezői részére. Például arra: melyek azok a szélirányok, ahol a gépek között nagyobb távolságot kell biztosítani, hogy a mögöttük lévő térben a szélviszonyok zavartalanul helyreálljanak.



5. ábra

*A szélsebességek Weibull szerinti eloszlása 12 szélirányból, ill. azok átlaga
(az aláírásban a 3. összefüggéshez igazodóan: $A = c$; $k = k$; $V_m = v_a$)*

A szélklíma igen fontos jellemzője az adott pontra jellemző turbulencia (6. ábra). A turbulencia a szél kiegyenlítetttségére utal (legtöbbször a szórás és az átlagsebesség hányadosával jellemzik), s meghatározza a statikai és dinamikai szempontokból alkalmazható gépkonstrukciót, és információt ad a várható energia-termelés egyenletességére is. Méréseink szerint az ültetvényekkel szabdalt felületeken, a beépített területeken, létesítmények -, továbbá a szélvédő erdősávok közelében, a kisebb magasságokban nagyobb a turbulencia. Ez is indokolja hazánkban a nagyobb oszlopmagasságú turbinák telepítését.



6. ábra

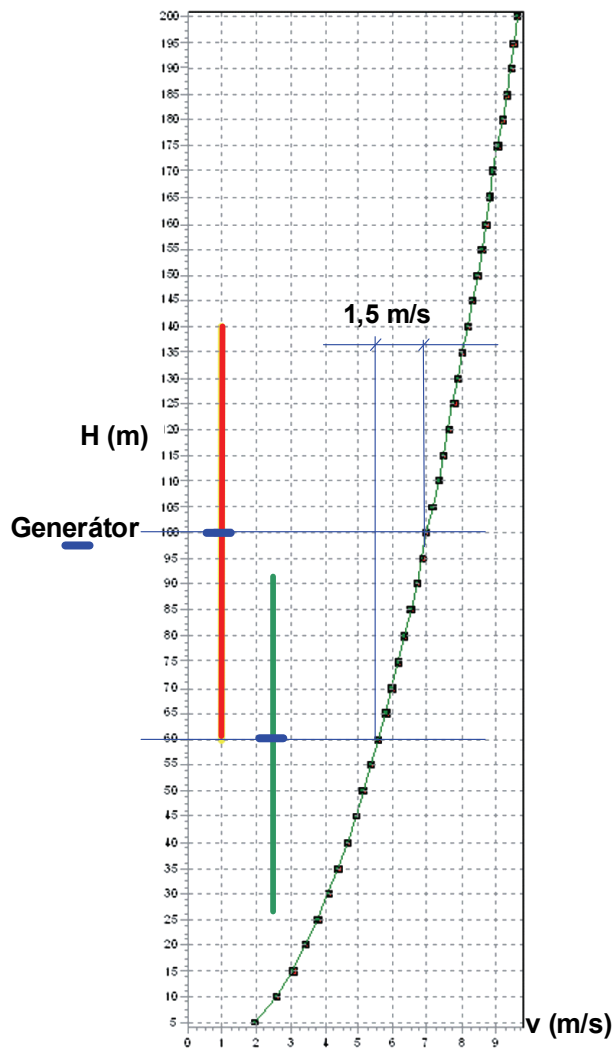
A turbulencia alakulása a két mérési magasságban (60 és 30 m-en), 4 m/s-nál nagyobb szélességnél

A sebességmérések a mérőoszlopokon mindig H_x (a kisebb) és H_y (a nagyobb) magasságokban folyik, (rendszerint) kanalas anemométerekkel (az egyik magasságban, vagy a kettő között széliránymérő is elhelyezésre kerül). A mért sebességek így: v_x és v_y (m/s).

A mért adatokból az α szélprofil tényező (Hellmann paraméter) az (5) összefüggés alapján határozható meg:

$$v_x = v_y \cdot \left(\frac{H_x}{H_y} \right)^\alpha \quad [\text{m/s}], \quad (5)$$

E függvény alapján kijelölhető a nagyobb magasságokban várható szél alakulása. A méréseket – főként gazdasági okokból - döntően a ma már használatos méretű generátor oszlopoknál kisebb mérőtornyokkal végezzük. Így a szélprofil kitevő segít, a mérési adatokból a nagyobb magasságokban várható szélesség becslésében (7. ábra).



5. ábra

Szélprofil és a szélesség különbség két különböző gondolamagasságú gépnél

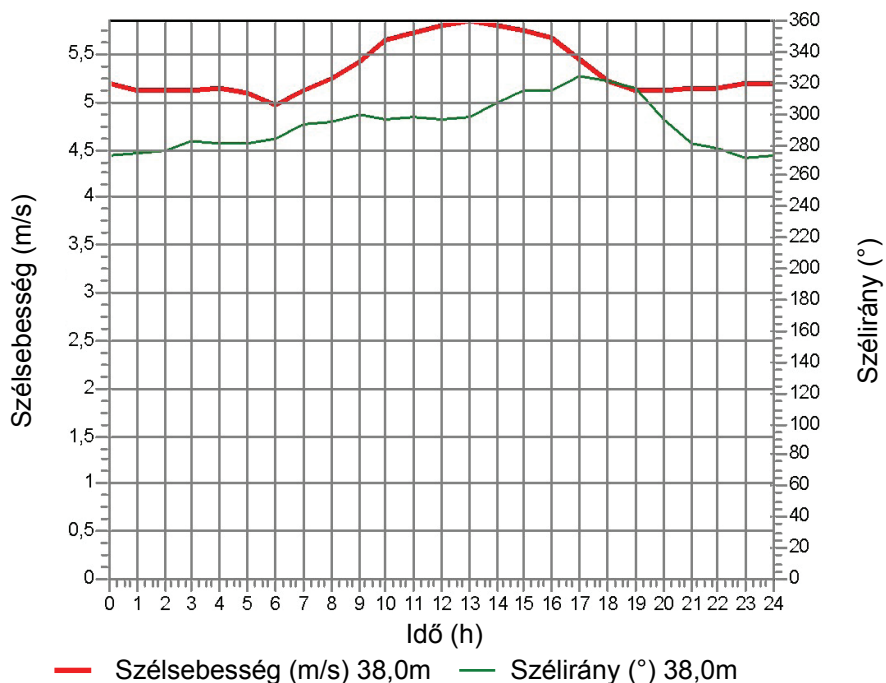
A függőleges szélprofil a lapátok dinamikus igénybevételére is utal. Egy 2 MW teljesítményű szélenergia-gondolája (a generátora), vagyis a lapátkerék forgási központja $H = 105$ m magasságban van (5. ábra). A lapát hosszúsága $D/2 = \sim 40$ m, tehát a leírt kör átmérője ~ 80 m. Ez annyit jelent, hogy a lapát csúcsa a felső állásában $H + D/2 = 145$ m magasságig nyúlik fel, s forgás során az alsó szintje 65 m lesz. A 80 m-es szintkülönbségnél a szélesség már jelentősen eltérő. Tehát a lapátok csúcsait a felső és az alsó állásban akár 1-3 m/s-nyi szélesség-különbség is felléphet. Az ebből fakadó (a lapátokra ható) dinamikus igénybevétel is jelentős vibrációt okoz. Ennek mértékével is számolni kell, mivel a szerkezeti elemekre és az alapozásra ható dinamikus erőhatásokat gerjeszti (kritikus értékét a maximális szélhőkeknél keletkező impulzus erők tovább erősítik). Ezek is információt nyújtanak arra (az említett turbulencia mellett), hogy egy adott területen milyen konstrukciójú alap szükséges, stb.

4.2. A várható teljesítmény

A fenti adatbázisok ismeretében már konkrét szélerőmű típussal lehet az értékelést folytatni. Ezen értékelések alapján kapott adatok már viselik az adott berendezésre jellemző sajátosságokat, főként az energia-kihozatal volumenét illetően. E számításokhoz az adott berendezésre jellemző teljesítmény- és szélesebesség-függvény, valamint teljesítmény- és nyomatéktényező adatsorának ismerete is szükséges (a gyártók szolgáltatják).

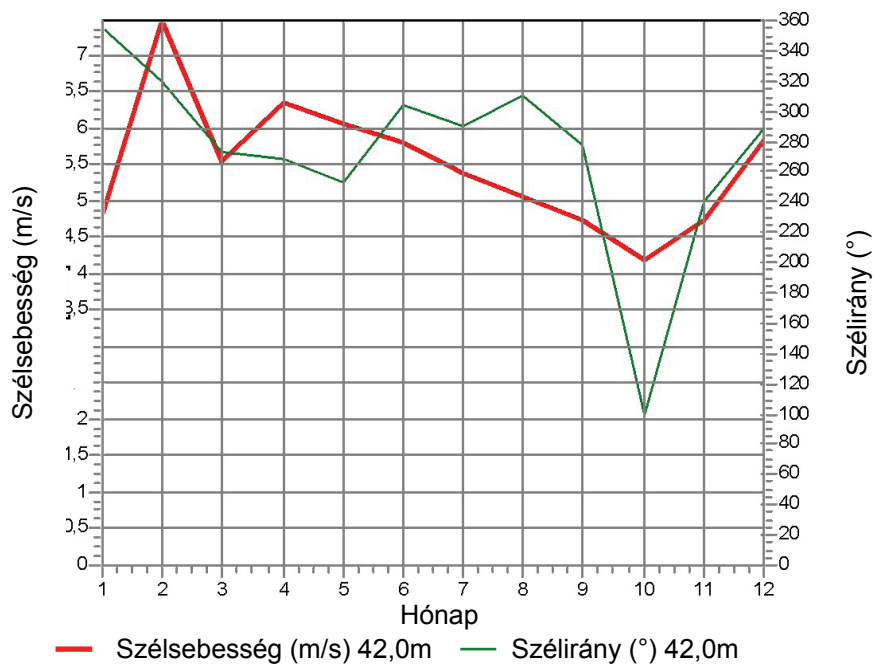
A későbbiek miatt lényeges, különféle magasságokban a hosszabb- és rövidebb távú, pl. napi szélesebességek alakulásának (8. ábra) ismerete a különböző szélirányok szerint is. Ezen adatok kapcsolatából a várható energiatermelési menetrendre lehet következtetni, amely az energia átvevője szempontjából igen lényeges, utal a hálózat várható terhelésére, s amely a tulajdonosnak is fontos, hiszen a különféle időszakokra várható termelési volumenekre is választ ad (9. ábra), ami a villamos-energiatermelés időszaki árbevételét határozza meg.

A szélesebesség mérése mellett nagyon lényeges a szélirány változásának meghatározása különösen az irányváltás gyakorisága. A ma már általánosan alkalmazott 2 MW-os típusoknál egy-egy lapát tömege 8-15 tonna, és ebből három van egy-egy berendezésen. Ezekhez a gondola tömegét (generátor, ház, csapágyak, tengelyek, stb.) is hozzáadva, összességében a szélirányba forgatáshoz 40-60 tonna tömeget kell megmozdítani. Az elmozdításhoz és helyzetbe, szélirányba állításához villamos energia szükséges, amelyet a szélerőmű a villamos hálózatról vételez, s ez energiafogyasztást jelent. Olyan helyeken, ahol nagyon gyakori a szélirányváltás, nagyon jelentős a saját energia felhasználás is, hiszen gyakran kell a lapátkerékkel szélirányba állni, s lapátszöget változtatni. Vagyis a gyakori szélirányváltás rontja a várható energiatermelést.



8. ábra

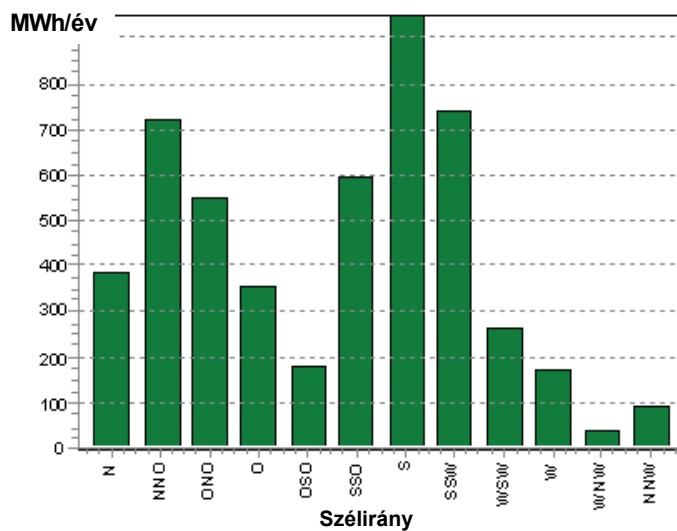
A várható szélesebbesség és szélirány az év összes napjának átlagában 38m magasságban



9. ábra

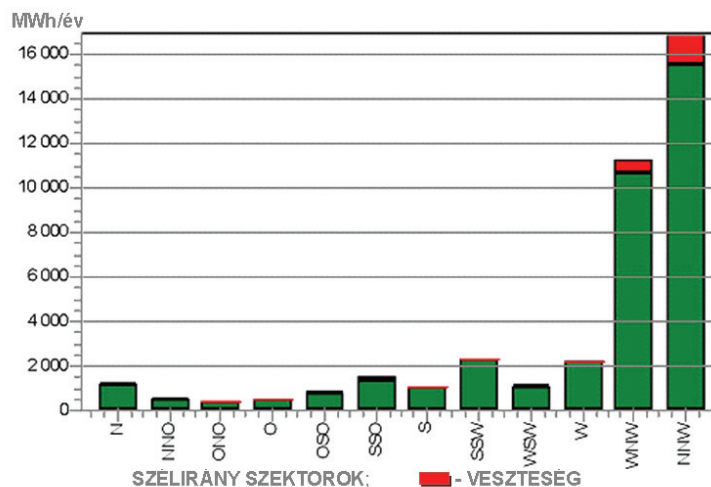
Havi átlagos szélesebbesség és szélirány (42m magasságban)

A számítás eredményeképpen megkapjuk a szélirányonkénti várható éves energia-termelést, amelyből majd az összes energiatermelés számítható ($E = \text{kWh/év}$), de a szél erőmű várható kihasználási tényezőjét is (K_F értéke, a P_{\max} , ill. W_p %-ában megadva).



10. ábra:

A várható évi energiatermelés (teoretikus) szélirányok szerint



11. ábra

A várható évi energiatermelés és -veszteség szélirányok szerint (valós), ha a parkon belül egyes gépek árnyékolást jelentenek

A számításokkal kapott eredményt a különféle hibalehetőségek miatt (mérés-, értékelés-, szélklíma éves trendjének felvételi hibája, stb.) 10%-al csökkentjük, közelítve a valós értékhez.

De a megelőző, az adott területen végzett mérésekkel még az építés előtt megismerhetjük a termelésből fakadó (várható) energiavesztést is (11. ábra). Ez is igazolja, hogy miért is kell a méréseket nagy pontossággal, előre meghatározott szabályok szerint elvégezni.

A mérésekkel meghatározott a várható energiatermelés mértékéből a beruházás várható megtérülésére lehet következtetni. A bankok a szélerőmű parkok nagy értékű beruházásait csak akkor finanszírozzák, ha a mérések eredményei a jó energiatermelésre megfelelően bizonyító erejűek. Vegyünk egy 10 gépből álló, 2 MW-os egységekből összeállított szélparkot, ami 20 MW beépített teljesítményt jelent, melynek a gépi beruházási költsége, hozzávetőlegesen 20-22 millió €. A park a szállítással, a felszereléssel és az egyéb infrastruktúrás egységekkel 7 milliárd Forintnyi tőkét köt le. E jelentős banki kölcsön visszafizetése csak akkor válik lehetővé, ha a berendezés működése során annyi energiát képes termelni, hogy a befektetett összeg minél korábban megtérül, és nyilvánvalóan a befektetőnek is haszna származik a beruházásból.

Példák vannak arra, hogy számottevő veszteségek keletkeztek azokon a helyeken, ahol rövid idő alatt nagy számban telepítettek szélerőműveket (pl. Németország, vagy Spanyolország), de egyes beruházók a méréseket nem végezték el kellő alaposággal. A jelentős beruházási támogatások miatt a tulajdonosok minél gyorsabb megvalósításra törekedtek, s a beruházásokat alapos szél mérés nélkül valósították meg. A későbbiekben kellemetlen helyzetbe kerültek, amikor az energia kihozatal a vártnál jóval alacsonyabb volt, a keletkező bevétel nem fedezte a banki költségeket, így többen a berendezéseik eladására kényszerültek.

4.3. Egy általánosítható tapasztalat

Első osztályú szélviszonyok uralkodnak általában a Kisalföld egyes területein, de azonos energiát termelhetünk az ország más területein is, ha a berendezéseket és a telepítési helyeket jól választjuk meg. Legyen példa erre a kulcsi szélerőmű, ami Magyarországon

első volt azon erőművek közül, amelyet villamos hálózatra csatlakoztattak. Ez a hely Dunaújvárostól északra (10 km) a Duna partján helyezkedik el, ahová egyébként globálisan a meteorológiai prognózisok, kedvezőtlen szélesebbeséget, szélenergiát prognosztizáltak. A megelőző energetikai célú szélmerésekkel igazoltuk, hogy a helyszín a topográfiai adottságai miatt kedvező. A megépült berendezés e feltételezést igazolta is, s a jó elhelyezése révén közel azonos mennyiségű energiát termel, mint amennyit az azonos kivitelű berendezések a Kisalföldön teljesítenek.

Végül is a jól megválasztott, szélben „gazdagabb” helyszíneken, Magyarország több más területén is kedvező mennyiségű energiát lehet termelni. A beruházást megvalósító döntéshez alapos helyzetelemzés, mérés és értékelés szükséges.

A tervezés e fázisa egyaránt érdeke a tulajdonosnak, a kölcsönt szolgáltató banknak és nem utolsó sorban a magyar energiarendszernek is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Csak akkor lehetünk nyugodtak a tervezett szélparkunk beruházásának megvalósítása során, ha a bemutatott normák és előírások szerint legalább egy éves időtartamban, minimum 50-60 m magasságban energia célú szélmerést végeztünk és az értékelés alapján bizonyítást nyert, hogy a parkban termelhető energia a beinvestált- és a későbbi költségeket fedezi.

A szélesebbeséget minimálisan a két magasságban kell mérni, amelyből a szélprofil meghatározható, s így megfelelő korrekciókat is figyelembe véve kellő bizonyossággal kiszámítható a választott géptípusunk generátora által termelhető energia mennyisége.

Cikkünket tájékoztatás céljából állítottuk össze, mivel úgy tapasztaltuk, hogy a szélparkok létesítését elhatározó vállalkozások jelentős része a szélenergia alapvető összefüggéseinek értelmezésében nem járatos. A beruházásaik gazdaságos üzemeltetése jelentős mértékben sérülhet, ha az adott területen nem végez szélmerést, vagy az értékelő elemzést nem végzi el kellő alaposággal, ha nem vizsgálja meg az adott területre vonatkozóan a szélviszonyokat, az áthaladó energia trendjét több év viszonylatában. Egyes évek között 10-15 %-os eltérés is előfordul az évente kinyerhető összes energia vonatkozásában. Havi eltérés azonban 50-70 %-ban is valószínű, különösen a kora tavaszi és a késő őszi időszakban

Legyen a az energetikai szélmerés a beruházás előkészítésének leginkább sarkalatos pontja, miközben ez az összes előkészítő munka költségének legfeljebb 10-12 %-át teszi ki, nem beszélve arról, hogy a beruházás teljes értékéhez viszonyítva csupán egy-két ezreléket jelent.

IRODALMAK, LETÖLTÉSEK

1. <http://www.eh.gov.hu/home/html/index.asp?msid=1&sid=0&hkl=596&lng=1>
2. <http://www.eh.gov.hu/home/html/szelmain.asp>
3. Sembery P-Tóth L.: 2005. Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 522 p.
4. Tóth L. –Horváth G.: (2003): Alternatív energia, szélmotorok, szélgenerátorok. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 383 p.
5. Tóth L.: 2006. Megújuló energiák hálózatra csatlakoztatása, VET követelmények „Certified Energy Regulatory Manager Course”, , Institute of International

Research (The Word's Leading Conference Campani), Budapest, 2006.aug. 22-24. Konferencia kiadvány 110 p. 8p.

6. <http://www.emd.dk/WindPRO/>
7. <http://www.wasp.dk/>